



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Odontología**

**Escuela Profesional de Odontología**

**Microdureza superficial en resinas bulk- fill: estudio *in vitro***

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista**

**AUTOR**

**Wendy Jomely LUGO HUERTA**

**ASESOR**

**Mg. Jhon Paul Iakov MEZARINA MENDOZA**

**Lima, Perú**

**2020**



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Lugo W. Microdureza superficial en resinas bulk- fill: estudio in vitro [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Escuela Profesional de Odontología; 2020.

---

## Hoja de metadatos complementarios

Código ORCID del autor	No aplica
DNI o pasaporte del autor	47591123
Código ORCID del asesor	0000-0002-3496-2502
DNI o pasaporte del asesor	20053551
Grupo de investigación	No aplica
Agencia financiadora	No aplica
Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación	Facultad de Odontología de la UNMSM. (12°03'30"577°05'00"0)
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2019
Disciplinas OCDE	Odontología, Cirugía oral, Medicina oral <a href="http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.14">http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.14</a>



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

**FACULTAD DE ODONTOLOGIA**

**VICE DECANATO ACADÉMICO**

**UNIDAD DE ASESORÍA Y ORIENTACIÓN DEL ESTUDIANTE**



## ACTA

Los Docentes que suscriben, reunidos el tres de marzo del 2020, por encargo de la Sra. Decana de la Facultad, con el objeto de constituir el Jurado de Sustentación para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista de la Bachiller:

**LUGO HUERTA, Wendy Jomely**

### CERTIFICAN:

Que, luego de la Sustentación de la Tesis «**MICRODUREZA SUPERFICIAL EN RESINAS BULK FILL: ESTUDIO IN VITRO**» y habiendo absuelto las preguntas formuladas, demuestra un grado de aprovechamiento: ..... *Sobresaliente* ....., siendo calificado con un promedio de: ..... *dieciocho* ..... *18* .....  
(en letras) (en números)

En tal virtud, firmamos en la Ciudad Universitaria, a los tres días del mes de marzo del dos mil veinte.

**PRESIDENTE DEL JURADO**

**Mg. Carlos Alberto Arroyo Pérez**

**MIEMBRO**

**C.D. Abel Anglas Machacuay**

**MIEMBRO (ASESOR)**

**Mg. Jhon Paul Iakov Mezarina Mendoza**

Escala de calificación: Grado de Aprovechamiento:

Sobresaliente (18-20), Bueno (15-17), Regular (12-14), Desaprobado (11 ó menos)

Criterios: Originalidad, Exposición, Dominio del Tema, Respuestas.

## **MIEMBROS DEL JURADO DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS**

- Presidente: Mg. Carlos Alberto Arroyo Pérez
- Miembro: C.D. Abel Anglas Machacuay
- Miembro (asesor): Mg. Jhon Paul Mezarina Mendoza

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mis padres, hermanos y Carlos.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar agradecer a Dios por permitirme lograr mis sueños con su protección divina. A mi madre por su amor y apoyo todos estos años, a mi padre por ser mi ejemplo constante, a mis hermanos Gabriela y Edward por ser mi soporte y consejo, a mis abuelos y tíos gracias por estar para mí siempre, gracias Carlos por no soltar mi mano.

A mi asesor el Mg. Jhon Paul Mezarina, por su apoyo en todo el proceso del trabajo. A mi jurado el Mg. Carlos Arroyo y CD. Abel Anglas por su apoyo y asesoría.



## RESUMEN

Las resinas bulk- fill aparecen como una nueva generación de resinas compuestas por lo que es necesario conocer sus propiedades. **Objetivo** de este estudio fue comparar la microdureza superficial de tres resinas bulk- fill y una resina convencional, aplicadas en bloque. **Métodos:** Estudio observacional analítico, de corte transversal, se empleó tres resinas bulk-fill A (Filtek™ One Bulk Fill), B (Tetric N-Ceram Bulk Fill), C (Sonic Fill), y una resina convencional D (Filtek™ Z250), se confeccionaron 10 muestras cilíndricas de cada una de las resinas, con dimensiones de 4 mm de altura por 8 mm de diámetro para las resinas bulk-fill y de 2 mm de altura por 8 mm de diámetro para la resina convencional. Las muestras fueron polimerizadas por una lámpara LED (diodo emisor de luz) Bluephase N a una intensidad de 1,200 mW/cm<sup>2</sup> por 17 segundos. Se efectuó el ensayo de microdureza Vickers con el microdurómetro (LEITZ- WETZLAR) a una carga del indentador de 500 g por 10 s, se aplicó 3 identaciones por cada muestra, los valores de las identaciones fueron promediadas para cada muestra. **Resultados** de microdureza superficial promedio fueron para las resinas A= 61,55±2,31 Kg/mm<sup>2</sup>, B= 48,96±5,65 Kg/mm<sup>2</sup>, C= 64,82±4,88 Kg/mm<sup>2</sup> y D= 77,39±7,51 Kg/mm<sup>2</sup>; Se encontró una diferencia significativa (p=0,00) entre las resinas A, B, C y D, en el análisis de comparación múltiple no se encontró una diferencia significativa (p=0,539) entre las resinas A y C. Se concluyó que la resina convencional Filtek™ Z250 presentó una mayor microdureza superficial frente a las resinas bulk-fill y entre las tres resinas bulk-fill la resina Sonic Fill presento una mayor microdureza superficial.

**Palabras claves:** Resinas compuestas; Bulk- Fill; Dureza.

## ABSTRACT

Bulk-fill resins appear as a new generation of composite resins, so it is necessary to know their properties. **Objective** of this study was to compare the surface microhardness of three bulk-fill resins and a conventional resin, applied in block. **Methods:** Analytical observational study, cross section, three bulk-fill resins A (Filtek <sup>TM</sup> One Bulk Fill), B (Tetric N-Ceram Bulk Fill), C (Sonic Fill), and a conventional resin D (Filtek <sup>TM</sup> Z250) were used. They made 10 cylindrical samples of each of the resins, with dimensions of 4 mm in height by 8 mm in diameter for bulk-fill resins and 2 mm in height by 8 mm in diameter for the conventional resin. The samples were polymerized by a Bluephase N LED (light emitting diode) at an intensity of 1,200 mW / cm<sup>2</sup> for 17 seconds. The Vickers microhardness test was carried out with the microdurometer (LEITZ-WETZLAR) at a load of the 500 g indentor for 10 s, 3 was applied indentations for each sample, the values of the indentations were averaged for each sample. **Results** the average surface microhardness were for resins A =  $61.55 \pm 2.31$  Kg/mm<sup>2</sup>, B =  $48.96 \pm 5.65$  Kg/mm<sup>2</sup>, C =  $64.82 \pm 4.88$  Kg/mm<sup>2</sup> and D =  $77.39 \pm 7.51$  Kg/mm<sup>2</sup>; A significant difference ( $p = 0.00$ ) was found between resins A, B, C and D, in the multiple comparison analysis no significant difference ( $p = 0.539$ ) was found between resins A and C. It was concluded that the resin Conventional Filtek <sup>TM</sup> Z250 showed greater surface microhardness compared to bulk fill resins and among the three bulk-fill resins Sonic Fill resin presented greater surface microhardness.

**Keywords:** Composite resins; Bulk-Fill; Hardness.

## INDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	10
II.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	12
	2.1 Área problema .....	12
	2.2 Delimitación del problema.....	13
	2.3 Formulación del problema .....	15
	2.4 Objetivos .....	15
	2.4.1 Objetivo general.....	15
	2.5 Justificación .....	15
III.	MARCO TEÓRICO .....	17
	3.1 Antecedentes.....	17
	3.2 Bases teóricas .....	21
	3.2.1 Resinas compuestas.....	21
	3.2.2 Resina Bulk- Fill .....	29
	3.2.3 Resinas Usadas .....	38
	3.2.4 Dureza Superficial.....	42
	2.3 Definición De Términos .....	48
	3.4 Hipótesis .....	47
	3.5 Operacionalización de Variables .....	48
VI.	METODOLOGÍA .....	49
	4.1 Tipo de investigación .....	49
	4.2 Muestra.....	49

4.3	Procedimientos y técnica .....	49
4.4	Procesamiento de datos .....	52
4.5	Análisis de resultados .....	52
V.	RESULTADOS .....	53
VI.	DISCUSIÓN .....	60
VII.	CONCLUSIONES .....	62
VIII.	RECOMENDACIONES .....	63
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64
X.	ANEXOS .....	71
	Anexo 01: Ficha de recolección de datos .....	71
	Anexo 02: Materiales usados .....	72
	Anexo 03: Elaboración de muestras .....	73
	Anexo 04 Laboratorio .....	75
	Anexo 05 Informe de Laboratorio .....	76
	Anexo 06: Valores de microdureza superficial. ....	79
	Anexo 07: Matriz de Consistencia .....	81

## INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Clasificación de resinas bulk- fill.....	31
Tabla 3.2. Protocolo de polimerización de la resina Filtek™ One Bulk Fill.....	37
Tabla 3.3. Protocolo de polimerización de la resina Filtek™ Z250.....	41
Tabla 4.1. Distribución de las muestras.....	50
Tabla 5.1. Valores promedio de la resina A (Filtek™ One Bulk Fill).....	53
Tabla 5.2. Valores promedio de la resina B (Tetric N-Ceram Bulk Fill).....	54
Tabla 5.3. Valores promedio de la resina C (Sonic Fill).....	55
Tabla 5.4. Valores promedio de la resina D (Filtek ™Z250).....	56
Tabla 5.5. ANOVA de la microdureza superficial de las Resinas A, B, C y D.....	59
Tabla 5.6. Prueba de TuKey de microdureza superficial de las Resinas A, B, C y D.....	59

## INDICE DE FIGURAS

Figura 5. 1. Comparación de las medias de microdureza superficial de las resinas A, B, C y D.....	57
Figura 5. 2. Comparación de los rangos de microdureza superficial de las resinas A, B, C y D.....	58

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los materiales más utilizados en la odontología son las resinas compuestas ya que pueden ser empleadas en zonas posteriores así como poseer una gran variedad de tonos para ser usadas en sectores anteriores, gracias a sus características mecánicas y ópticas, ante el gran auge del uso de estas resinas el desarrollo de sus propiedades es constante<sup>1</sup>.

No obstante de los avances de las resinas compuestas, aún cuentan con limitaciones que complican su manejo, como el estrés por contracción y la limitada profundidad de curado, por lo cual se deben seguir indicaciones que permitan un mejor manejo de estos materiales, una de estas indicaciones más importantes es el método de aplicación en capas no mayores de 2 mm para así lograr una adecuada polimerización y controlar la contracción por polimerización<sup>2</sup>.

Las resinas bulk- fill surgen como compuestos que disminuyen el tiempo operatorio al poder ser polimerizada capas de 4 a 5 mm, facilitando así los procesos de restauraciones amplias<sup>2</sup>. Para un aumento de la profundidad de curado muchas de estas resinas han disminuido su cantidad de relleno inorgánico, para que así sean más translucidas lo cual permita un mejor paso de la luz al momento de fotopolimerizar, sin embargo las propiedades mecánicas están ligadas al contenido de relleno inorgánico<sup>3</sup>; es preciso el conocimiento de las propiedades físico-mecánicas de estas resinas<sup>2</sup>, para ser empleadas en restauraciones que serán sometidas a cargas oclusales.

Las propiedades mecánicas relacionan el comportamiento de un material frente a las fuerzas exteriores que se aplicadas sobre él, entre estas propiedades tenemos a la dureza la cual se expresa como microdureza superficial al ser medida en materiales delgados, la importancia de la microdureza superficial en la odontología se basa en que nos brinda información sobre el desgaste, capacidad de pulido y efecto abrasivo de los materiales dentales<sup>4, 5</sup>.

La medida de la dureza es uno de los ensayos más efectuados en la selección e inspección de calidad de los materiales por lo cual es altamente utilizada en pruebas de

propiedades mecánicas de las resinas a través del método Vickers el cual es indicado para hallar microdureza superficial de materiales delgados y pequeños<sup>4</sup>.

En el presente estudio se compara la microdureza superficial encontrada en tres resinas bulk- fill y una resina convencional aplicadas en bloque, con el propósito de hallar que resina bulk- fill presenta una mejor propiedad de microdureza superficial, así como comparar esta propiedad en las resinas bulk- fill con una resina convencional.

## **II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1 Área problema**

En el trabajo odontológico uno de los mayores problemas a los que se enfrenta el profesional, es a la pérdida de estructura dentaria por lesiones cariosas y fracturas, surgiendo la necesidad del uso frecuente de materiales de restauración, los cuales deben cumplir con requisitos mecánicos, físicos y estéticos; los materiales restauradores han ido evolucionando en el tiempo teniendo cada vez mejores propiedades y un mayor campo de aplicación <sup>6</sup>.

Convención de Minamata en 2013 postula la eliminación progresiva de la amalgama dental, así que las resinas compuestas son usadas con una mayor demanda como materiales de restauración <sup>7</sup>.

Las resinas compuestas han ido mejorando cada vez más, pero esto no las exenta de limitaciones como una baja profundidad de la polimerización y una contracción de la polimerización; para contrarrestar estas condiciones desfavorables se indica una técnica incremental, siendo estos incrementos no mayores de 2 mm lo cual permite una mayor polimerización ante una mejor penetración de la luz, así como reducción de las tensiones de contracción de polimerización <sup>6,7</sup>, sin embargo esta técnica puede ocasionar un mayor trabajo operatorio, así como contaminación y encapsulamiento de burbujas en las capas<sup>5</sup>.

Se han introducido al mercado desde el 2010 una nueva resina, denominadas como resinas bulk-Fill, nombre que es usado para mencionar a las resinas compuestas que se pueden aplicar en un solo incremento de hasta 4-5 mm, mediante una técnica de una capa o monobloque, manteniendo las propiedades de las resinas convencionales <sup>3,8</sup>.

El conocimiento de las propiedades de las resinas nos proporciona datos sobre su comportamiento ante fuerzas externas que se encuentran en la cavidad oral, la



dureza es la propiedad por la cual medimos la resistencia que ofrecen los materiales frente al rayado, la penetración y la abrasión<sup>4</sup>.

La microdureza superficial de los materiales dentales influye en las indicaciones que estos tengan, ya que es necesaria una adecuada microdureza sobre la superficie de estos materiales que soportaran cargas oclusales, así mismo una disminución de estas propiedades podría llevar a la aparición de placa bacteriana depositada en rugosidades de la superficie, así también como su resistencia ante abrasiones por las estructuras dentarias antagonistas<sup>5, 8</sup>.

Actualmente en el mercado encontramos las resinas bulk- fill, siendo las utilizadas en muchos estudios para evaluar sus propiedades la resina Filtek™ One Bulk Fill (3M), Tetric N-Ceram Bulk Fill (ivoclar) y Sonic Fill (kerr) las cuales son avaladas por marcas en productos dentales reconocidas, cuyas indicaciones nos ofrecen poder ser colocadas en incrementos de 4 y 5 mm.

## **2.2 Delimitación del problema**

Existen características de los materiales que confieren confianza al operador, como lo son la estabilidad del material, el coeficiente de expansión térmica, propiedades estéticas, resistencia a las fuerzas de masticación, dureza superficial, entre otras<sup>9</sup>.

La dureza es la propiedad por la cual los materiales ofrecen resistencia a la abrasión, penetración y el rayado, propiedad importante en los materiales dentales ya que estos están expuestos a condiciones intraorales con fuerzas masticatorias y es necesario que estos materiales se mantengan en boca en un adecuado estado con el pasar del tiempo. En las resinas compuestas esta dureza se ha ido mejorando al modificar su composición de partículas de relleno dando mejoras para una mayor adaptación, pulido, menor contracción y dureza de las restauraciones a través del tiempo, pudiendo ser colocadas en zonas posteriores donde requieren alta resistencia.

Con la llegada de las resinas bulk- fill disminuyen el tiempo operatorio al ser colocadas en bloques de 4 y 5 mm, conservando también sus propiedades para mantener restauraciones en óptimas condiciones ante el medio intraoral.

Las resinas bulk- fill presentan una cantidad de partículas de relleno disminuida lo cual ayuda a la profundidad de polimerización de todo el bloque, así mismo las propiedades mecánicas se encuentran directamente proporcional a la cantidad de relleno. Por lo cual se ha generado controversia respecto a que estas resinas con grandes incrementos puedan mantener las mismas características físicas, mecánicas y biológicas de las resinas compuestas convencionales<sup>3</sup>.

Siendo estas resinas nuevas en el mercado y sus estudios recientes, es necesario ponerse la interrogante ¿existe diferencia entre la microdureza superficial de distintas resinas bulk- fill y una resina compuesta convencional?

## **2.3 Formulación del problema**

¿Cuál es la microdureza superficial de las resinas bulk-fill Filtek™ One Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill, Sonic Fill y la resina convencional Filtek™ Z250 colocadas en un solo bloque?

## **2.4 Objetivos**

### **2.4.1 Objetivo general**

Comparar la microdureza superficial de las resinas Filtek™ One Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill, Sonic Fill y Filtek™ Z250 aplicadas en bloque.

### **2.4.2 Objetivos específicos**

Determinar la microdureza superficial de una resina Filtek™ One Bulk Fill,

Determinar la microdureza superficial de una resina Tetric N-Ceram Bulk Fill

Determinar la microdureza superficial de una resina Sonic Fill

Determinar la microdureza superficial de una resina Filtek™ Z250.

## **2.5 Justificación**

Desde la aparición de las resinas bulk- fill estas han innovado el proceso de restauración al disminuir el tiempo operatorio en la restauraciones, estas se emplean en restauraciones anteriores y posteriores, también indicadas en pacientes infantiles y especiales para restauraciones después de tratamientos pulpares, disminuyendo el tiempo operatorio y lograr una mayor cooperación del paciente.

Es importante estudiar las características de estas resinas, conociendo sus ventajas y desventajas, las resinas bulk- fill han sido evaluadas y comparadas en estudios anteriores, los cuales confirman diferencia en propiedades de profundidad de curado, contracción por polimerización, sellado marginal, dureza superficial entre ellas y en comparación con resinas convencionales.

La microdureza superficial es una propiedad mecánica indispensable para la supervivencia de las restauraciones en la cavidad oral, su importancia radica en la influencia sobre el tiempo de supervivencia, así como las condiciones en que este material se encuentre frente a las fuerzas masticatorias.

El siguiente estudio se cuantificó la microdureza superficial de tres resinas bulk-fill (Filtek™ One Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill y Sonic Fill) y una resina convencional (Filtek™ Z250), datos que pueden ser empleados por el profesional como referencia de propiedades mecánicas para la elección objetiva del material a usar.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Antecedentes

- a) Jang y cols. (2015)<sup>12</sup>: Se utilizando la microdureza superficial de Vickers (MV) como una forma de examinar la profundidad de curado (PC). Las resina altamente fluida: Gaenial Universal Flo (GUF), dos fluidos bulk- fill: Surefil SDR Flow (SDR) y Venus Bulk- fill (VBF), y un compuesto no fluido bulk- fill: Tetric N-Ceram Bulk- Fill (TBF) se compararon con dos compuestos convencionales: Tetric Flow (TF), Filtek Supreme Ultra (FS). Las muestras fueron de 4x4 mm, 8 muestras por cada resina. La MV se midió utilizando un indentador de microdureza de Vickers, la MV se midió en tres puntos de cada espécimen. Todas las muestras, excepto VBF, mostraron valores de MV significativamente más bajos para la parte inferior en comparación con la superior ( $p < 0,05$ ). Los materiales compuestos bulk- fill, la MV inferior de SDR y VBF, excedieron MV-80% siendo la PC más favorables. TBF y GUF, que eran bulk- fill, no alcanzaron el 80%. Como conclusión se halló diferencias en las MV de las resinas, que podrían deberse a una mayor translucidez en su matriz.
- b) Alkudhairi y cols. (2018)<sup>13</sup>: Se compararon los efectos de dos intensidades de luz de curado (1200 mW /cm<sup>2</sup>) y baja (650 mW /cm<sup>2</sup>) sobre las propiedades mecánicas de microdureza de Vickers (MV) de los compuestos basados en resinas bulk- fill. Con las resinas Tetric ® N- Ceram, Sonic Fill <sup>TM</sup>, SDR <sup>TM</sup> y Filtek <sup>TM</sup> se prepararon 72 muestras cilíndricas de cada una (n = 288) y se sometieron a pruebas de MV con una luz de curado alta y baja. Independientemente de la intensidad de la luz de curado, los valores de microdureza superficial más altos se obtuvieron para Sonic Fill, seguido de Filtek y Tetric N-Ceram. Se observó una diferencia significativa solo entre la microdureza superficial de SDR curados con luz de alta intensidad en

comparación con los curados con luz de baja intensidad ( $P < 0.05$ ). A baja intensidad de luz de curado, el valor más alto es de microdureza superficial se obtuvo para Sonic Fill, seguido de Filtek. Como conclusión se determinó que ante una mayor intensidad de luz de curado tuvo una mayor influencia sobre la microdureza en comparación con una menor intensidad de luz de curado ( $650 \text{ mW} / \text{cm}^2$ ).

c) Mahmoud y cols. (2017)<sup>14</sup>: Se evaluó la microdureza superficial de Vickers (MV) y la profundidad de curado (PC) de las resinas bulk- fill : X-tra Fill y Sonic-Fill con un compuesto de resina de relleno incremental Filtek <sup>TM</sup> Z250 XT. Se usó 60 muestras cilíndricas de 4 mm, se dividieron en seis grupos ( $n = 10$ ) según el tipo de material utilizado y según la técnica de inserción aplicada (a granel o incremental). Se halló que X-tra Fil registró el valor medio más alto de  $MV = 94.05 \pm 1.05 \text{ Kg/mm}^2$ . Los compuestos de resina bulk- fill: X-tra Fil y Sonic-Fill mostraron  $0.980 \pm 0.005$  y  $0.921 \pm 0.020$  valores de profundidad de curado respectivamente, mientras que Z250 XT registró  $0.776 \pm 0.141$ . Como conclusión se demostró para X-tra Fil mayor MV, ambas resinas bulk- fill mostraron una mayor PC para ambas técnicas de inserción.

d) Salas. (2013)<sup>15</sup>: Se evaluó la microdureza superficial de una resina de metacrilato Filtek Z350XT y una resina de silorano Filtek P90. Se produjeron 10 cilindros de 6mm de diámetro por 6mm de altura de cada uno, siendo polimerizados por 40 s por una lámpara LED (diodo emisor de luz), estos fueron sometidos a un ensayo de microdureza de Vickers. La resina de metacrilato Z350XT tuvo un promedio de microdureza superficial de  $86.40 \text{ Kg/mm}^2$ , mientras que la resina de silorano P90 presentó un promedio de microdureza de  $84.64 \text{ Kg/mm}^2$ . Se concluye que la resina de metacrilato Z350 obtuvo una mayor microdureza superficial, así mismo los datos

encontrados presentaron una diferencia significativa.

- e) Monterubbianesi y cols. (2016)<sup>16</sup>: Se evaluó el rendimiento de dos lámparas de curado, así como de la microdureza superficial de Vickers (MV) de cinco compuestos de resina bulk- fill: SureFil SDR ®, Fill Up ™, Filtek ™, Sonic Fill™ y Sonic Fill2 ™. Las muestras de 4 mm de grosor se rellenaron en un solo incremento y polimerizados por luz utilizando dos lámparas LED (diodo emisor de luz) Elipar y Demi Ultra. La microdureza superficial Vickers (MV) se evaluó utilizando un comprobador de microdureza superficial. La evaluación experimental se llevó a cabo en los lados superior e inferior, inmediatamente después del curado (t0), y después de 24 h (t24). Resultados: En t0, los valores de MV oscilaron entre 24.4 y 69.18 Kg/mm<sup>2</sup> para Elipar, y entre 26.5 y 67.3 Kg/mm<sup>2</sup> para Demi Ultra. Utilizando ambas lámparas, SDR mostró los valores más bajos de MV, mientras que Sonic Fill2 mostró los valores más altos. En t24, todos los valores de DC y MV aumentaron significativamente. Se concluye que las diferencias en DC y MV entre los materiales dependen del material y la lámpara de curado. los compuestos bulk-fill de alta viscosidad mostraron una mayor MV que los compuestos fluidos.
- f) Kim y cols. (2015)<sup>17</sup>: Se evaluó los efectos del espesor de la resina sobre la microdureza superficial de Vickers (MV) y las propiedades ópticas de los compuestos de resina de bulk- fill: Venus Bulk- Fill; SDR; Tetric N-Ceram Bulk- Fill; Sonic Fill y dos de resina convensionales: Charisma flow; Tetric N-Ceram. Se prepararon sesenta moldes cilíndricos acrílicos para cada espesor (2, 3 y 4 mm). Los moldes fueron divididos en seis grupos para cada compuesto de resina. La microdureza superficial se midió en las superficies superior e inferior, y los colores se midieron utilizando el sistema de la Comisión Internacional de Escala (CIE). La MV disminuyó al aumentar el

espesor, los materiales compuestos de resina bulk- fill mostraron una relación de MV inferior/superior de casi 80% o más en muestras de 4 mm. El parámetro de translucidez más alto se observó en Venus Bulk- Fill. Todas las resinas, excepto Venus Bulk- Fill, mostraron correlaciones lineales entre los parámetros de microdureza superficial y translucidez según el grosor. Se concluyó que los compuestos de resina de relleno a granel utilizados en este estudio se pueden colocar y curar adecuadamente en bloques de 4 mm.

g) Flury y cols. (2014)<sup>18</sup>: Se investigó cual era la influencia del grosor del incremento en la microdureza de Vickers (MV) y la resistencia al cizallamiento (RC) de un compuesto de resina convencional Filtek Supreme XTE (XTE) y cuatro compuestos de resina bulk- fill SDR (SDR), Filtek Bulk-Fill (FBF), X-tra fil (XFIL) y Tetric EvoCeram Bulk- Fill (TEBF). La MV se midió con profundidades de 2 mm/4 mm /6 mm de espesor. Se encontró una mayor MV en la resina convencional XTE= 105.6 Kg/mm<sup>2</sup> con un menor grosor de 2 mm así como una mayor RC= 23.9, Se concluye que a medida que aumentaba el espesor, HV disminuía para el compuesto de resina convencional, pero generalmente permanecían constantes para los compuestos de resinas bulk- fill.

h) Lopez. (2015)<sup>19</sup>: Se comparó la microdureza superficial de Vickers (HV) de dos resinas Sonic Fill y Tetric N-ceram®, se realizaron 10 muestras por cada resina de 4 mm de altura por 8 mm de diámetro, sometiéndolas a un ensayo de dureza de Vickers. La MV de la resina de la resina Sonic Fill fue de 72,78 Kg/mm<sup>2</sup> mientras que de la resina Tetric N-Ceram fue de 51.54 Kg/mm<sup>2</sup>. Se concluyó que la resina Sonic Fill presentó una mayor MV en comparación con la resina Tetric N-ceram®, encontrándose también una diferencia significativa en sus valores de microdureza.



## **3.2 Bases teóricas**

### **3.2.1 Resinas compuestas**

Las resinas compuestas han tenido gran auge en los últimos años, lo que ha llevado a su avance no solo en su composición sino también en su forma de presentación e indicaciones. Las resinas compuestas surgen con la necesidad de un material restaurador que no solo cumpla con requerimientos estructurales, sino también con una estética y biocompatibilidad aceptable.

Los silicatos aparecen como materiales restauradores gracias a su estética similar a las piezas dentarias, sin embargo podían ser fácilmente desgastados, siendo remplazados por las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato (PMMA) a finales de los 40, las cuales presentaban un color semejante a las piezas dentarias, así como una insolubilidad frente a fluidos orales, también era fácil de manipular y presentaba un bajo costo; no obstante estas resinas acrílicas tenían baja resistencia al desgaste, una alta contracción a la polimerización lo cual generaba una filtración marginal de la restauración<sup>5</sup>. Estas resinas estaban compuestas por una base y un catalizador, lo cual originaba problemas originados de las proporciones, batido y estabilidad de color<sup>1</sup>.

Años después en 1962 se realiza un gran avance en el campo de materiales dentales al introducir Bowen el monómero Bis-GMA (metacrilato de glicidil de bisfenol A), una resina de dimetacrilato, así como un agente de acoplamiento de silano orgánico el cual permitía la unión de la matriz orgánica y las partículas de relleno<sup>20,21</sup>. Estos avances mejoraron la adherencia de las resinas a la estructura dentaria, así como su manejo, al no necesitar ser mezclado como las resinas acrílicas.

En los 70 se inició el uso de materiales fotopolimerizables, con unidades de fotopolimerización ultravioleta (365 nm), las cuales presentaban dificultades por su

baja penetración, lentitud en la polimerización y riesgos para el cirujano dentista ante exposiciones prolongadas podrían tener riesgo de lesión ocular. Siendo remplazadas posteriormente por lámparas con luz visible (427-491 nm)<sup>22</sup>.

Los avances en el desarrollo de nuevas resinas siguen en auge, enfocados en solucionar deficiencias existentes. Entre los años 80 y 90 se encamino a la mejora de propiedades mecánicas, para dar materiales más resistentes y con mejores resultados. Mediados de los 90 y 2000 se enfocó en soluciones a la contracción por polimerización, así disminuir problemas que derivaban de esta como la microfiltracion marginal<sup>23, 24,25</sup>.

### **3.2.1.1 COMPOSICIÓN**

Las resinas están formadas por una matriz orgánica, partículas de relleno y agentes de conexión; también requieren un sistema activador- iniciador, que permite polimerizar a la resina, otros componentes se incorporan para mejorar propiedades ópticas como pigmentos y conservar las resinas a través del tiempo antes de ser usadas como son los inhibidores de la polimerización<sup>26</sup>.

#### **a) Fase orgánica:**

La fase orgánica, también llamada matriz orgánica está compuesta por un sistema de monómero, el monómero de Bowen el Bis-GMA (Bisfenol-A- Glicidil Metacrilato) es el más utilizado, este surgió como remplazo del metacrilato, obteniendo mejores propiedades así como un mayor peso molecular resultando una menor contracción por la polimerización, menor propagación en los tejidos adyacentes y una menor volatilidad, en comparación con el metacrilato<sup>5</sup>.

El monómero comprende un 20% en la resina compuesta, el Bis-GMA al tener un alto peso molecular presenta alta viscosidad, dificultando su manipulación clínica por lo cual se incorporan otros monómeros de bajo peso molecular por ende menor viscosidad para su control, estos monómeros son el dimetacrilato de bisfenol A (Bis-

MA), el etilenglicol-dimetacrilato (EGDMA), el trietilenglicoldimetacrilato (TEGDMA), el metilmetacrilato (MMA) o el dimetacrilato de uretano (UDMA) <sup>21</sup>.

**b) Fase inorgánica:**

Está conformado por partículas de carga (partículas de relleno), que suelen ser partículas de cuarzo y vidrio de vario que pueden adoptar diferentes tamaños, este relleno influyen en las propiedades mecánicas de las resinas compuestas<sup>27</sup>.

El aumento de partículas de relleno incrementa el módulo de Young y factor C formando una resina más rígida, por lo tanto ocasiona un mayor estrés. Por el contrario un mayor porcentaje de relleno también produce la reducción de la contracción por polimerización al reducir el porcentaje de matriz orgánica, así como la sorción acuosa y el coeficiente de expansión térmica, conjuntamente aumenta la resistencia a la tracción, a la compresión y a la abrasión <sup>5,28</sup>.

Actualmente se incorpora rellenos de cuarzo, sílice coloidal y vidrio de sílice, estos disminuyen la contracción, también aumentan las resistencias y el módulo de elasticidad, mejorando la propiedades de las resinas<sup>29</sup>.

**c) Agente de enlace o acoplamiento:**

El silano ( $\gamma$ - metacril-oxipropil trimetoxisilano) actúa como agente de acoplamiento más usado, formando un enlace covalente entre los rellenos inorgánicos y la matriz orgánica, el silano es una molécula con un extremo silano (Si-OH) y otro extremo de grupos metacrilato. Forma uniones covalentes durante la polimerización por medio de los grupos metacrilato<sup>30</sup>.

Gracias al silano existe una mejora de propiedades mecánicas de las resinas compuestas, asimismo disminuye la sorción de agua en la interfase Bis-GMA y partículas de relleno<sup>30</sup>.

#### **d) Sistema activador**

El iniciador de la polimerización es aquel que absorbe la luz para iniciar la polimerización, el más usado es el  $\alpha$ -dicetona (canforquinona), esta al reaccionar con la luz (410-500 nm) crea un estado excitado que reaccionara con un agente reductor de aminas para producir radicales libres e iniciar la polimerización; la canforquinona puede absorber longitudes de onda entre 450 a 500 nm, con un pico de absorción de 470 nm<sup>29</sup>.

#### **e) Sistema inhibidor**

Los inhibidores como el éter monometílico de hidroquinona, comprenden el 0,01% de las resinas compuestas, se encarga de la refrenar la polimerización mientras el material este almacenado, así dar mayor duración y conservar sus propiedades<sup>28</sup>.

#### **f) Modificadores ópticos**

Los pigmentos logran colores más semejantes de la estructura dentaria. Los absorbentes de luz ultravioleta, absorben esta luz por debajo de los 350 nm, como la 2-hidroxi-4-metoxibenzofenona, es importante pues proporciona estabilidad del color, previendo la decoloración en el tiempo<sup>1</sup>.

#### **3.2.1.2 Clasificación**

Existen varios tipos de clasificación para las resinas compuestas entre ellas a la consistencia, forma de polimerización; muchas de ellas basándose en el tamaño, fracción de volumen, composición, entre otros del tipo de relleno que constituye la resina:

- Lutz y Phillips, 1983<sup>31</sup>
- Marshall y cols., 1988<sup>32</sup>
- Willems y cols., 1992<sup>33</sup>
- Lang y cols., 1992<sup>34</sup>
- Kim y cols., 2002<sup>35</sup>

- Klapdohr y Moszner, 2005<sup>36</sup>
- Ardu y cols., 2010<sup>37</sup>
- Randolph y cols., 2016<sup>38</sup>

#### **a) Según el tamaño de partícula**

- **Macrorelleno o convencional**

Desarrollada en los 70, contenían un relleno de sílice amorfa pulverizada y cuarzo, con partículas de relleno de hasta 50  $\mu\text{m}$  y una carga del 70 al 80% en peso, indicada para restauraciones posteriores por ser resistentes, aunque eran difíciles de pulir y presentaban una superficie rugosa altamente predispuesta a tinciones por lo cual actualmente se encuentra en desuso<sup>26</sup>.

- **Microrelleno**

Producidas para superar las deficiencias de las resinas convencionales, se redujo el tamaño de las partículas, con un 40 a 80% del volumen lo constituye la matriz orgánica, resultando una desproporción entre relleno y matriz. Posee una mayor absorción de agua, bajo módulo de elasticidad y mayor coeficiente de expansión<sup>26</sup>.

Comprende partículas de 0.01 a 0.04  $\mu\text{m}$ , al tener partículas pequeñas estas resinas son fáciles de pulir, indicado para zonas anteriores o cervicales por poseer una baja resistencia<sup>39</sup>.

- **Híbridos**

Surgen al querer conservar y mejorar las propiedades estéticas de las resinas de microrelleno. Compuesta por el sílice coloidal (0,04  $\mu\text{m}$ ) y vidrio triturado (0,4 a 1  $\mu\text{m}$ ) que contienen metales pesados, con un 75% de peso<sup>26</sup>.

Resiste a la fractura, baja contracción por polimerización, baja sorción del agua, de fácil de manejo así como la estabilidad y mimetización de colores, y con excelentes características de pulido<sup>1</sup>.

- **Microhíbrido**

Híbridos submicrónicos con partículas más pequeñas a las resinas híbridas, de 0.4µm a 1.0µm, tiene una alta concentración de estas partículas en la matriz resinosa, que pueden ser incorporadas de forma directa o prepolimerizada, tiene propiedades altas en pulido y resistencia<sup>40</sup>.

- **Nanotecnología**

Los constituyen partículas de un tamaño de 1 a 100 nm, obtenidos por medios químicos y físicos, las más usadas han sido las nanopartículas de óxido, actualmente hay dos tipos de resinas que usan esta tecnología:

- Nanorelleno: partículas de 1 a 100 nm, al ser partículas muy pequeñas estas presentan alta translucidez, se utilizan dos tipos de nanopartículas, el primero son nanoagregados monodispersados y partículas nanoaglomeradas de sílice o zirconio, el segundo son nanoclúters para la obtención de mejores propiedades reológicas.

Estas resinas presentan una resistencia comparable a las resinas microhíbridas y a la vez propiedades estéticas de las resinas de microrelleno<sup>41</sup>.

- Nanohíbridos: tienen partículas de 0.4 a 5 µm así como partículas de nanométricas (zirconio y sílice), por lo cual son híbridos y no nanométricas puras, aumentando así su resistencia mecánica y mejoras ópticas<sup>42</sup>.

**b) Según su viscosidad**

- **Baja viscosidad, Fluidas o Flow:**

Contienen una menor cantidad de partículas de relleno y una mayor cantidad de matriz orgánica, lo que le confiere mayor fluidez, alta capacidad de humectación de la estructura dental y facilidad de manejo. A pesar de poseer una alta contracción de polimerización posee una alta elasticidad, también se caracteriza por una baja radiopacidad. Está indicado como resina fluida,

sellador de fosas y fisuras, linnners, base cavitaria y restauración para abfracciones<sup>5, 42</sup>.

- **Alta viscosidad, Consensables o Empacables:**

Poseen un alto porcentaje de partículas de relleno, erróneamente llamadas condensables ya que este término se refiere a reducir su volumen, lo cual solo sucede con las amalgamas. Pueden ser manipuladas dentro de la cavidad adoptando la forma deseada, Indicadas para restauraciones clase VI, II y I<sup>5, 42</sup>.

### **3.2.1.3 Propiedades**

#### **a) Textura superficial**

Consiste en la uniformidad de la superficie de la resina, la cual está vinculada con características de las partículas de relleno: cantidad, tamaño y tipo, también depende de los procesos de pulidos. Ante la presencia de la rugosidad en las resinas se tiende a la acumulación de la placa bacteriana<sup>5</sup>.

#### **b) Coeficiente de expansión térmica**

Es el cambio de longitud del material por cambio de la temperatura (1° C), el coeficiente de variación térmica ( $\alpha$ ) en la resina ( $\alpha=23$ ) es mayor a la estructura dentaria ( $\alpha=11,4$ ), por lo cual surgen diferencia en su expansión y provocara ante la dilatación un estrés por tensión compresiva; ante la contracción un aumento de interface entre la resina y el diente<sup>4</sup>.

#### **c) Sorción acuosa**

Consiste en la retención de agua por parte de la resina, con la separación hidrológica del relleno y el silano<sup>29</sup>. Produciendo como consecuencia el agrietamiento de la matriz de resina, defectos en la superficie de la restauración, disolución de partículas de relleno y desajuste marginal<sup>43</sup>.

#### **d) Resistencia a la abrasión:**

Es la facultad de un cuerpo a resistirse a la pérdida de sus elementos, ante una superficie con mayor dureza por la cual es rozada constantemente<sup>4</sup>. La resistencia a la abrasión está determinada por múltiples factores, entre ellos las propiedades de la resina: unión relleno- partícula, grado, tamaño y dureza del relleno<sup>43</sup>.

#### **e) Módulo de elasticidad**

Determina la rigidez de la resina, es necesario diferentes tipos de módulo de elasticidad dependiendo de las situaciones a usa, en restauraciones cervicales es necesario un módulo bajo ya que se necesita una mayor flexión, caso contrario para restauraciones posteriores este necesita una mayor rigidez para soportar las fuerzas oclusales. Un mayor módulo de elasticidad está relacionado a una mayor cantidad de partículas de relleno<sup>44</sup>.

#### **f) Resistencia a la compresión y tracción**

Un material está bajo compresión al estar sometido a fuerzas en una misma dirección, contrario a la tracción estas fuerzas son inversas y tratan de alargar el material, el cual sufrirá una deformación permanente al sobrepasar el límite elástico<sup>27</sup>. Las partículas de relleno de mayor tamaño y cantidad están relacionadas a una mayor resistencia a la tracción<sup>5</sup>.

#### **g) Grado de conversión**

Es la concentración sobrante de enlaces dobles de carbono que se transformaran a simples, influyendo en este proceso: la fuente de luz utilizada, la densidad de potencia, la longitud de onda, tipo y cantidad de fotoiniciador, entre otros. El grado de conversión tiene gran importancia para determinar propiedades físicas y mecánicas, por lo que un menor grado de conversión ocasionaría propiedades físicas y mecánicas deficientes, así como una mayor decoloración<sup>45</sup>.

#### **h) Estabilidad del color**

Las variaciones de color pueden originarse por decoloraciones, adherencia,



cambios de translucidez y sedimentación, acumulación de alimentos, café, colorantes y cigarrillo pueden deberse a una superficie rugosa o con porosidades<sup>29</sup>; la fotooxidación de aminas terciarias trae como consecuencia cambios de color al interior de las resinas<sup>5</sup>.

#### **i) Radiopacidad:**

Su importancia se basa en la detección de caries secundaria, burbujas en la restauración, sobre expansión, entre otros; por lo cual las resinas deben presentar un color característico en la tomas de radiografía, su valor se basa en la radiopacidad del esmalte: 250% Al, siendo el de las resinas: 300% Al y de las amalgamas 1200% Al. Algunos elementos radiopacos son el zinc, circonio, iterbio, itrio, lantano, estroncio y bario<sup>2, 43</sup>.

#### **j) Contracción de polimerización**

La contracción se debe a la distancia entre moléculas de la matriz orgánica, presentan mayor contracción los monómeros hipomoleculares (metacrilato de metilo) que los hipermoleculares (Bis-GMA) por su mayor cantidad de dobles uniones. La contracción de polimerización de las resinas oscila entre 2,6 y 4,8% en 24 horas<sup>43</sup>.

Puede producir la aparición de interfaces entre la resina y el diente, causando la infiltración de fluidos, la pigmentación, sensibilidad y caries marginal<sup>46</sup>.

### **3.2.2 Resina Bulk- Fill**

El uso de resinas compuestas abarca cada vez un campo más extenso, encontrándose su uso no solo en restauraciones estéticas, que en primer momento fue motivo por el que fueron creadas, sino que los avances en sus propiedades físicas y mecánicas han ido de la mano, aportando que esta pueda ser usada aun en zonas posteriores la cual soporta cargas oclusales mostrando estabilidad ante las fuerzas masticatorias.

Paralelo a los avances en el empleo de resinas compuestas cada vez con un mayor desarrollo en sus cualidades, el manejo de las resinas compuestas aún posee limitantes como lo es la contracción de polimerización la cual existe una disminución del volumen de la resina empleada, pudiendo así reducir la integridad entre la resina y el diente, así como caries secundaria, sensibilidad, fracturas.<sup>46</sup>

Ante la limitación de la contracción de polimerización es aconsejable el uso de la técnica incremental de capas no mayores a 2 mm, ya que estas capas pueden ser polimerizadas en su totalidad de espesor, además porque los efectos de la contracción son menores al ser capas más delgadas. Ante la limitante de profundidad no mayor a 2 mm, el tiempo de trabajo operatorio se vuelve complejo ya que la superposición de diferentes capas trae riesgos como contaminación, introducción de burbujas de aire<sup>21</sup>.

Los avances para contrarrestar estos problemas dan inicio a las resinas bulk- fill, llamadas así porque pueden ser aplicadas en incremento de 4-5 mm, por intermedio de la técnica monobloque, sin comprometer grandes contracciones y siendo polimerizada la capa en su totalidad<sup>47</sup>, así mismos estas resinas tratan conservar las propiedades físicas, estéticas y mecánicas de las resinas convencionales<sup>16</sup>.

### **3.2.2.1 Clasificación**

La primera resina bulk- fill en aparecer en el mercado fue Surefil® SDR® flow (Dentsply) en el 2010 la cual presentaba la facultad de ser usada en capas de 4 mm, con una consistencia fluida, así mismo aparecieron nuevas resinas bulk- fill (x-tra base- VOCO; Venus® Bulk Fill- Heraeus Kulzer; Filtek™ Bulk Fill Flowable- 3M ESPE) también fluidas, estas resinas al ser fluidas necesitaban una capa adicional de resina compuesta convencional en su la cara oclusal. Resinas bulk- fill con mayor viscosidad aparecieron posteriormente, prescindiendo de la capa de resina convencional, así fueron surgiendo nuevas resinas bulk- fill como la Sonic Fill la cual es aplicable con una pieza de mano sónica<sup>3,7</sup>.

**Tabla 3.1.** Clasificación de resinas bulk- fill <sup>7</sup>.

	Resina bulk-fill	Resina bulk-fill base	Resina bulk-fill con activación Sónica	Resina bulk-fill con Polimerización dual
Materiales disponibles comercialmente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3M ESPE, Filtek™ Bulk-Fill Posterior Restorative</li> <li>- Ivoclar Vivadent-Tetric N-Ceram Bulk Fill</li> <li>- Voco - x-tra fil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dentsply SDR</li> <li>- 3M ESPE Filtek Bulk-Fill Flowable</li> <li>- Heraeus Kulzer Venus Bulk-Fill</li> <li>- Ivoclar Vivadent Tetric EvoFlow Bulk-Fill</li> <li>- Voco x-tra base</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kerr Sonic Fill</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coltene Fill Up</li> <li>- Parkell HyperFil</li> </ul>
Viscosidad	Alta	Baja	2 Fases	Media
Método de polimerización	Luz	Luz	Luz	Dual
Profundidad máxima por incremento	4 mm	4 mm	5 mm	Cualquier profundidad
Necesidad de una capa de protección resina convencional	No	Si	No	No

### 3.2.2.2 Composición

- **Matriz orgánica:**

Las resinas bulk- fill se componen de la misma manera que las resinas convencionales principalmente del monómero Bis-GMA<sup>1</sup>, sin embargo otras adicionan monómero con una menor viscosidad. La resina bulk- fill SDR Flow usa el monómero patentado de Dimetacrilato de Uretano el confiere una mayor flexibilidad la resina, minimizando así el estrés al momento de la polimerización<sup>48</sup>.

La resina 3M ESPE flow basa su composición en los monómeros de alto peso molecular BisGMA, UDMA, Procrylat y BisEMA, lo que permite una menor contracción por la polimerización<sup>49</sup>.

El sistema de iniciación principalmente está compuesto por la canforoquinona, sin embargo la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) usa el Ivocerin <sup>50</sup> (en base a germanio) el cual más reactivo que la canforoquinona permitiendo una mayor polimerización<sup>3, 51</sup>.

- **Matriz Inorgánica**

El relleno en mayor aumento proporciona mejoras en las propiedades mecánicas, así como la disminución de su tamaño logra una mejor calidad estética, sin embargo las resinas bulk- fill tienden a una disminución del relleno, así como un aumento del tamaño de estos<sup>52</sup>.

Las resinas bulk- fill ofrecen una translucidez superior que las resinas convencionales, lo que permite una mayor profundidad de curado, gracias a una mayor transmisión de la luz a todo el material; Una mayor dispersión de partículas de relleno disminuirá la transmisión de la luz al presentar una mayor refracción de la luz<sup>53</sup>.

Existen diversas resinas bulk- fill las cuales están compuestas por diferentes tipos de relleno, así como la diversidad en cuanto a sus tamaños, por lo cual no puede ser generalizada las propiedades mecánicas que estas ofrecen, se encontraron

presentes rellenos como el fibra de vidrio, aluminio, silicio, bario, fluoruro y calcio <sup>53</sup>.

Estos rellenos confieren diferentes características a la resina, entre ello podemos observar:

✓ **Zirconia<sup>54</sup>:**

La zirconia puede ser agregada en mayor proporción que sílice en la matriz inorgánica de la resina, lo cual provee de más carga (y consecuentemente; menos monómeros), lo que equivale a mayor resistencia mecánica; Frente a una mayor cantidad de partículas de zirconia, se facilita el deslizamiento de las partículas micrométricas durante el manejo y la aplicación de la resina en la cavidad. Las partículas de zirconia pasan a actuar como esferas de rodamiento.

✓ **Sílice<sup>55</sup>:**

Dióxido de silicio es un compuesto de silicio y oxígeno, llamado comúnmente sílice. Este compuesto ordenado espacialmente en una red tridimensional forma el cuarzo y todas sus variedades, son similares a la estructura dentaria en cuanto a la translucidez e índice de refracción. El sílice es tratado con silano coloidal ya que tienden a aglomerarse así se evita su aglomeración y puede ser aprovechado; al ser las partículas muy pequeñas y numerosas, poseen una elevada energía superficial.

Posee una excelente estética y durabilidad, sin embargo poseer una radiopacidad menor que la dentina por lo cual debe ser usada conjuntamente con otros rellenos, otra limitación es que al ser altamente duro desgasta piezas antagonistas.

✓ **Trifluoruro de iterbio<sup>56</sup>:**

Es responsable de la radiopacidad del material, confiere propiedades ópticas, incluyendo translucidez, opalescencia, radiopacidad y fluorescencia. Aumenta su fluencia y dispersión de cristales en la matriz al ser maleable y dúctil.

✓ **Vidrio de bario<sup>57</sup>:**

Elemento radio opacos, son molidos con sencillez y aumentan el contenido de carga

por peso al ser más densos que otras partículas de relleno. Son de menor tamaño y más blando, permitiendo un mejor pulido, menor riesgo de rugosidad y pigmentaciones.

### **3.2.2.3 Propiedades**

- **Contracción y estrés de polimerización**

En la revisión hecha por Chesterman y cols<sup>7</sup>, se observa que las resinas convencionales y bulk- fill ofrecen una contracción por polimerización similar, a pesar de ello el estrés de contracción de resinas bulk- fill si manifiesta valores menores en comparación a resinas convencionales, debido a un módulo elástico más bajo en estas resinas lo que proporcionaría una mejor tolerancia al estrés.

Bucuta y cols<sup>52</sup>: hallaron una menor deflexión de la cúspide de premolares en resinas bulk- fill en comparación con resinas convencionales.

- **Integridad marginal**

Furness y cols<sup>58</sup>, en la integridad marginal de la interface de la resina y la estructura dentaria no se encontraron diferencias significativas entre las resinas convencionales y las resinas bulk- fill. Ambas mostraron un mayor porcentaje de brechas libre en las paredes de esmalte y dentina en comparación con la pared pulpar.

Morty y cols<sup>59</sup>, tampoco encontraron diferencia significativa en microfiltraciones en paredes cervicales entre resinas bulk- fill y resinas convencionales.

- **Resistencia a la flexión**

Ilie y cols<sup>60</sup>, evaluaron resinas la resistencia a la flexión de resinas bulk- fill, obtuvieron valores semejantes a la de resinas convencionales nanohíbridos y microhíbridos, también estos valores fueron más elevados que los presentados por resinas fluidas convencionales.

- **Dureza superficial**

Alkhudhairy y cols<sup>13</sup>, evaluaron la microdureza superficial con el método Vickers en resinas bulk-fill sometidas a diferentes intensidades de curado, como resultado se

obtuvo un mayor valor de la microdureza superficial al ser sometidos a una mayor intensidad de curado.

Bucuta y cols <sup>52</sup>, realizó mediciones de microdureza superficial en resinas convencionales y bulk- fill en diferentes medidas de espesor, encontrándose una disminución de la microdureza superficial al aumentar el espesor, también se registraron valores superiores en resinas convencionales en comparación con resinas bulk- fill.

- **Profundidad de polimerización**

Las resinas bulk- fill permiten una polimerización adecuada en sus capas de 4-5mm, la capacidad para una mayor profundidad de polimerización es debida a los siguientes cambios <sup>3, 60</sup>.

- Sistema de iniciación más eficaz como lo es el Ivocerim en la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill.
- Disminuir la cantidad de relleno produciendo una mayor translucidez en estas resinas, dejando pasar mejor la luz, esta translucidez también se ve afectada por la discrepancia en los índices de refracción entre la matriz orgánica y las partículas de relleno, las cuales establecen la dispersión de la luz dentro la resina.
- Aumento del tamaño de las partículas de relleno, ocasionando una disminución de la dispersión de la luz en la interfaz del relleno, al mayor tamaño resulta una menor área en la que la luz pueda ser dispersada, por lo que puede llegar a una mayor profundidad en la resina.

### **3.2.3 Resinas Usadas**

#### **a) Resina A: Filtek™ One Bulk Fil- 3M ESPE<sup>49</sup>**

Resina bulk- fill fotoactivada de relleno nanohibrido para restauraciones posteriores y anteriores, ofrece una aplicación sencilla y rápida, proporcionando propiedades mecánicas y físicas eficaces para zonas posteriores con un sistema de resina para alivio de tensiones, con una alta resistencia y bajo desgaste puede polimerizarse hasta 5 mm de profundidad. También puede ser usada en zonas anteriores al poseer tonos semitranslucidos de tonos naturales.

#### **Características**

- Jeringas de 4 g
- Tonos: A1, A2, A3, B1, B2
- Profundidad de 5 mm
- Ahorro de tiempo de un 24%

#### **Indicaciones**

- Restauraciones directas antero-posteriores
- Base de restauraciones directas
- Reconstrucción de muñones
- Ferulizacion
- Incrustaciones y carillas

#### **Composición**

##### **Partículas de relleno:**

Está compuesta por partículas de relleno de sílice no aglomerado/no agregado de 20 nm, zirconia no aglomerada/no agregada de 4 a 11 nm y un compuesto de zirconia/sílice agregados. La carga de material de relleno inorgánico es de aproximadamente 76.5% por peso (58.4% por volumen).

##### **Matriz orgánica:**

AUDMA: Disminuye la cantidad de grupos reactivos en la resina. Esto favorece a



disminuir la contracción volumétrica así como la rigidez de la matriz polimérica.

AFM: Disminuye el estrés, conservando las propiedades físicas de los polímeros formados.

**Tabla 3.2. Protocolo de polimerización de la resina Filtek™ One Bulk Fill <sup>49</sup>.**

Clasificación de la lesión cariosa	Profundidad de incremento	Lámparas de luz halógena: 550-1000 mW/cm <sup>2</sup>	Lámpara LED: 1000 -2000 mW/cm <sup>2</sup>
Clase I, III, IV, y V	4 mm	40 s	20 s
Clase II	4-5 mm	20 s oclusal 20s lingual y bucal	10 s oclusal 10 lingual y bucal

**b) RESINA B: Tetric N-Ceram Bulk Fill- Ivoclar Vivadent <sup>51</sup>**

Resina fotoactiva de partículas de nanorelleno, es usada para restauraciones mono incrementales de 4mm disminuyendo así el tiempo de trabajo. Dispone de una consistencia moldeable y ser una resina translúcida. Posee una baja contracción volumétrica evitando microfiltraciones.

**Características**

- Jeringas de 3.5 g
- Colores:
  - IVA: A2–A3 para piezas con tonalidades ligeramente rojizas
  - IVB: B1–B2 para piezas con tonalidades ligeramente amarillentas
  - IVW: Blanco para rellenos rápidos de dientes de leche y piezas claras
- Profundidad de 4 mm
- Ahorro de tiempo de un 60%

**Indicaciones:**

- Restauración de dientes deciduos

- Restauraciones posteriores clase I y II
- Reconstrucción de muñones
- Restauraciones Cervicales.
- Restauraciones de dientes temporales
- Sellado de fosas y fisuras

## **Composición**

### **La matriz orgánica**

Contiene dimetacrilatos bis-GMA y UDMA (20-21%). Posee al Ivocerin® como fotoiniciador patentado, el cual se comporta como filtro de sensibilidad ante la luz disminuyendo el estrés de contracción, asimismo potencia la polimerización de capas de 4 mm, al mismo tiempo no afecta la translucidez como es el caso de otros iniciadores convencionales. Contiene un filtro inhibidor de la luz operatoria y ambiental, maximizando así el tiempo de modelado de la resina, sin retrasar la polimerización una vez esta empieza.

### **Las partículas de relleno**

Con partículas en el rango de 40nm y 3 µm (prom. 6 µm), están compuestas por vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, óxido mixto y copolímeros (75-77% en peso y 53– 55% por volumen).

**Fotopolimerización:** 10 segundos a 1,000 mW/cm<sup>2</sup>.

### **c) RESINA C: Sonic Fill- Kerr <sup>62</sup>**

Resina fotopolimerizable de relleno nanohibrido, indicado para restauraciones directas; esta resina es usada en unión a una pieza de mano Sonic Fill, mediante una activación sónica, mientras el material está siendo liberado este presenta una baja viscosidad (de hasta un 87%), lo que le otorga la facilidad de adherirse a las paredes de la cavidad, cuando la pieza de mano termina de incorporar el material, la resina aumenta su viscosidad permitiendo el manejo operatorio, también su incorporación de la resina por activación sónica permite evitar la presencia de burbujas de aire entre capas de la restauración.

Esta resina se puede polimerizar en capas de hasta 5 mm con un bajo estrés de contracción, beneficiando el proceso de restauración y aminorando el tiempo de trabajo.

#### **Características**

- Monodosis de 0,25 g
- Color: A1, A2, A3
- Profundidad de 5 mm
- Ahorro de tiempo de un 30%

#### **Indicaciones**

- Restauración directa anterior y posterior
- Material de base / revestimiento
- Reparación de defectos del esmalte
- Sellador de fosas y fisuras
- Fijación de carillas de composite / cerámica

## **Composición**

### **Matriz orgánica**

Se compone de metacrilato de 3- trimetoxisililpropilo (10-30%), dimetacrilato de bisfenol A etoxilado (1-5%) y dimetacrilato de trietilenglicol (1-5%) (TEGDMA) bisfenol A bis (2-hidroxi-3-metacriloxipropil) éter (1–5%), (BISGMA).

### **Partículas de relleno**

Aproximadamente el 83,5% de las cargas en peso, principalmente sílice, vidrio de bario, dióxido de silicio (5–10%), productos químicos (10–30%) y radiopacificadores de óxido de zinc y bario. La supervivencia de un compuesto, especialmente en las regiones posteriores, está determinada por su capacidad para resistir las cargas oclusales y mantener su forma anatómica. Otra ventaja de la resina Sonic Fill es que debido a su resistencia favorable, se obvia una capa oclusal de cobertura, y la investigación ha confirmado que la alta resistencia a la flexión (186 MPa) y la resistencia a la compresión (254 MPa), otras propiedades físicas favorables de Sonic Fill son la contracción por polimerización volumétrica 1.88%.

### **Polimerización:**

Intensidad de luz mínima de 650 mW / cm<sup>2</sup> y una salida de longitud de onda de luz dentro del rango de 400-520 nm por 10 segundos.

#### **d) RESINA D: Filtek™ Z250 Restaurador Universal-3M<sup>63</sup>**

Resina nanohibrida, radiopaca, activada por luz visible. Está indicada para su uso en restauraciones posteriores y anteriores con incrementos máximos de 2 mm.

##### **Características**

Cantidad 3 g

Colores: A1, A2, A3, A3.5, A4, B1, B2, B3, C2, D3, OA2, OA3

Profundidad de 2.5 mm

##### **Indicaciones**

- Restauraciones directas anteriores y posteriores.
- Reconstrucción de muñones
- Ferulizaciones
- Restauraciones indirectas que incluyen inlays, onlays

##### **Composición**

El material de relleno del material Restaurador es una combinación de zirconia/sílice (01 a 10  $\mu\text{m}$ ) de superficie modificada y partículas de sílice de superficie modificada de 20 nm y óxidos mixtos. La carga de material de relleno inorgánico es de un 67,8% por volumen (81,8% por peso).

Contiene BIS-GMA, UDMA, BIS-EMA, PEGDMA Y TEGDMA

**Tabla 3.3. Protocolo de polimerización de la resina Filtek™ Z250<sup>63</sup>**

Tonos	Profundidad de incremento	Intensidad mínima de 400 mW/cm <sup>2</sup>	Intensidad mínima de 1000 mW/cm <sup>2</sup>
A1, A2, A3, A3.5, A4, B1, B2, B3, C2, D3	2 mm	20 s	10 s
OA2, OA3	1.5 mm	20 s	10 s

### **3.2.4 Dureza Superficial**

La dureza se define como la resistencia que ofrece un cuerpo a ser rayado o penetrado, diferente a la resistencia mecánica la cual es la resistencia a ser fracturado, está relacionada a propiedades plásticas y elásticas del material; Las pruebas de dureza y las de tracción son los más utilizados en la selección y control de calidad de los materiales<sup>64</sup>.

Para la medición de la dureza se encuentran los durometros o penometros, en cuyo extremo activo se localiza una punta la cual efectuar el rayado o penetración la cual es llamada indentador, de acuerdo a la naturaleza del material se utilizaran diferentes métodos para hallar su dureza, los métodos más usados son el Vickers, Brinell, Knoop, Rockwell y Shore A<sup>4</sup>.

Los diferentes métodos coinciden en la aplicación de una fuerza fija, peso establecido o variable actuando sobre el material a través de un indentador; siendo estos indentadores de acero, carburo de tungsteno o diamante, con forma de puntas activas, esféricas, piramidales o romboidales<sup>4</sup>.

Es necesario para la medición de la dureza que la superficie del material se encuentre lo más lisa, plana y pulida. Al someter una fuerza sobre el indentador este producirá sobre el material a evaluar una penetración a la cual se le puede medir su área, longitud y profundidad, mediante un microscopio. Las medidas obtenidas presentan una relación inversa a la resistencia a la penetración, siendo así un mayor valor de penetración significa una menor resistencia del material<sup>4</sup>.

#### **3.2.4.1 Medición de la dureza**

Las pruebas de dureza pueden ser medidas por:

- Ensayos estáticos

La carga es aplicada de manera estática o cuasiestática, con una presión lenta del indentador. El resultado de la dureza será la división de la carga aplicada sobre el área de la huella que deja el indentador para los métodos Brinell, Vickers y Knoop, también

puede ser la medida de la profundidad de la indentación como en el ensayo Rockwell<sup>64</sup>.

- Ensayos dinámicos

La carga es colocada en manera de impacto con una fuerza específica, el resultado de dureza se halla de la energía de rebote del penetrador luego de ser aplicada en la muestra en los métodos shore, Leeb, Poldi y UCI (Ultrasonic Contact Impedance)<sup>64</sup>.

#### **a) Método de Brinell**

Indicada para medir dureza en metales o materiales rígidos no resistentes; Compuesto por un indentador esférico de carburo de tungsteno o acero, de dimensiones de 1,56 mm de diámetro, trabajando bajo un peso de 12,61 kg (123 Newton) y un tiempo de contacto con el material a medir de 30 segundos; la medida a tomar será el diámetro de la indentación<sup>4</sup>.

La dureza de Brinell (BHN), es hallada al dividir la carga aplicada (123 Newton) entre la superficie producida en la muestra, expresado en  $\text{N/mm}^2$  o  $\text{kg/mm}^2$ . El valor de BHN será mayor mientras más pequeña sea la medida de la indentación producida<sup>4</sup>.

#### **b) Método de Knoop**

El método Knoop es indicado para aplicar cargas variables, por lo que puede ser utilizado sobre diferentes materiales solo controlando la carga. Se utiliza al evaluar materiales en capas finas, como los revestimientos. Puede medir la dureza en cuerpos con diferentes superficies, es el método más usado en tejidos dentarios y en metales y aleaciones que presentan diferentes zonas de dureza en el mismo cuerpo<sup>4</sup>.

Esta prueba se realiza con la aplicación de un indentador con carga variable, este indentador es de diamante con una punta piramidal está formada por cuatro caras convergentes en angulaciones diferentes. <sup>4</sup>.

#### **c) Método de Vickers**

El indentador usado es un piramidal cuadrangular de diamante, cuyas caras están a  $136^\circ$ , las cargas aplicadas están entre 1 y 120 kg dependiendo del material a medir,

cuando se mide microdureza la carga varía entre 0,01 kg a 2 kg <sup>64</sup>. Se produce una penetración romboidal cuyas diagonales son medidas para hallar el valor de la microdureza de Vickers la cual se expresa a través del número de Vickers (VH) el cual estará expresado en Kg/ mm <sup>2</sup>.

Formula del número de Vickers:

$$HV = \frac{P(aplicada)}{A(huella)} = \frac{P}{d^2 / 2 \sin(\alpha/2)} = \frac{2 P \sin \alpha/2}{d^2}$$

$$HV = 1.8544 \frac{P}{d^2}$$

Donde:

HV: número de Vickers

P: carga aplicada

D: diagonal promedio de la huella en mm

$\alpha$ : ángulo entre caras del indentador (136°)

Es el más indicado para evaluar especímenes en forma de discos, en áreas pequeñas y materiales muy duros; miden con precisión la dureza de materiales dentales restauradores, sin dañar por completo las muestras. El método de dureza de Knoop se utiliza en especímenes alargados.

Microdureza Vickers: se usa este método sobre materiales con espesores pequeños, aplicándoles una carga menor que va de 0,01 kg a 2 kg <sup>64</sup>.

#### **d) Método de Rockwell:**

Usado para medir la dureza de una muestra con rapidez, empleando indentadores de esfera o de cono de acero de diámetros y cargas diferentes, entre 60 y 150 kg. Se utiliza en materiales plásticos sometido a una carga durante 10 min, obtendremos



como medida el porcentaje de recuperación de la deformación producida al momento de retirar la carga que estuvo 10 min, y medirla después de haber pasado 10 min sin esta carga, utilizada en materiales viscoelásticos; Este método también puede medir microdureza al emplear cargas menores de 0,01 kg a 2 kg<sup>4</sup>.

**e) Método de Shore A:**

En materiales elásticos al tratar de medir su dureza la deformación producida es rápidamente recuperada, por lo cual este instrumento tiene un indentador cilíndrico de punta roma de 0,8 mm de 1,6 mm de alto con un peso fijo. Este indentador posee una barra que se mueve en una escala graduada de 0 a 100 unidades Shore, siendo que si el indentador penetra completamente al material se obtendrá una medida de 0 unidades Shore A, en caso inverso que no haya penetrado se obtendrá la medida de 100 unidades Shore A. debido a la naturaleza elástica estas medidas son difícilmente exactas<sup>4</sup>.

## 2.3 Definición De Términos

**Resina compuesta:** material sintético usado para restauraciones dentales, surge como alternativa para las resinas acrílicas, compuesto por una matriz orgánica, matriz inorgánica y un agente de unión entre la resina orgánica e inorgánica<sup>1</sup>.

**Resina Bulk- Fill:** son resinas compuestas fotopolimerizables que pueden ser colocadas en incrementos de 4mm (o en algunos casos de 5mm), las cuales permiten la polimerización de mayor profundidad, sin provocar grandes cambios en su volumen por la contracción de polimerización, así mismo trata de mantener las propiedades físicas, mecánicas y ópticas de las resinas convencionales<sup>65</sup>.

**Dureza:** Se define como la resistencia que ofrece el material a su deformación permanente por rayado o penetración. Esta dureza es inversamente proporcional a la huella que deja en el material tras ser aplicada la fuerza<sup>4</sup>.

**Numero de vickers:** Medida de la dureza de un material por el método Vickers, método que consiste en aplicar sobre una muestra un indentador con una fuerza determinada; cuanto más alto sea el número, más duro es el material<sup>4</sup>.

### **3.4 Hipótesis**

#### **3.4.1 Hipótesis general**

Existe diferencia entre la microdureza superficial de la resina A, B, C y D aplicadas en bloque.

#### **3.4.2 Hipótesis de investigación:**

- La microdureza superficial de la resina A presenta una diferencia significativa con las resinas B, C y D
- La microdureza superficial de la resina B presenta una diferencia significativa con las resinas A, C y D
- La microdureza superficial de la resina C presenta una diferencia significativa con las resinas A, B y D
- La microdureza superficial de la resina D presenta una diferencia significativa con las resinas A, B y C

### **3.5 Operacionalización de Variables**

variable	Concepto	indicador	escala	Valor
<b>INDEPENDIENTE:</b>  Tipo de Resinas bulk- fill y convencional.	Bulk-fill: Resinas que pueden ser aplicadas en incrementos de hasta 4-5 mm, mediante una técnica de monobloque o una capa.  Convencional: Resinas compuestas aplicadas en 2 mm.	Guía de procedimiento clínico.	nominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resina compuesta bulk- fill A.</li> <li>• Resina compuesta bulk- fill B.</li> <li>• Resina compuesta bulk- fill C.</li> <li>• Resina compuesta convencional D.</li> </ul>
<b>DEPENDIENTE:</b>  Microdureza superficial.	Cantidad de resistencia a la indentación que presenta la superficie de cada material medido en Kg/mm <sup>2</sup>	Durómetro (Vickers)	razón	0 a "X"

## **VI. METODOLOGÍA**

### **4.1 Tipo de investigación**

El presente estudio es de tipo observacional analítico.

De corte transversal que describe la relación de las variables en un momento dado

66,67.

### **4.2 Muestra**

Formada por las resinas bulk-fill: Filtek™ One Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill y Sonic Fill; y la resina convencional Filtek™ Z250, las cuales fueron distribuidas en los gripes A, B, C y D respectivamente. Se determinó la cantidad de muestra de acuerdo a nuestros antecedentes, la muestra está conformada por 40 bloques cilíndricos de resina (10 cilindros de resina por cada resina), con dimensiones de 8 mm de diámetro por 4 mm de altura para las resinas bulk –fill y de 8 mm de diámetro y 2 mm de altura para las resinas convencionales.

### **4.3 Procedimientos y técnica**

#### **a) Obtención de permisos**

Se solicitó los permisos al laboratorio N°4 de la Facultad de ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería, para acceder la evaluación de la microdureza superficial de las muestras.

#### **b) Confección de moldes**

- Se confeccionaron los moldes para la obtención los cilindros de resina, los cuales se obtuvieron a partir de un cartucho vacío de anestesia cortado.
- Como base del molde, se utilizó acrílico transparente y un embolo de una jeringa de tuberculina que permitirá obtener una dimensión de 4mm en el molde para las resinas A, B y C, de 2 mm para las resina D.
- La preparación de los moldes se basó en nuestros antecedentes<sup>15, 19</sup>.

**c) Confección de los cilindros de resina**

- Se elaboraron 40 cilindros de resina divididos en cuatro grupos, a los cuales se dispense la resina en un solo bloque en el molde, de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

**Tabla 4.1. Distribución de las muestras**

Marca comercial	Grupos	Cilindros de resina	Incremento	Dimensión	Color
Filtek™ One Bulk Fill (3M)	Resina A	10	Espátula de resina	4 mm	A1
Tetric Evoceram Bulk- fill (Ivoclar)	Resina B	10	Espátula de resina	4 mm	IVW
Sonic Fill (Kerr)	Resina C	10	Puntas monodosis, con pieza de mano sónica	4 mm	A1
Filtek™ Z250	Resina D	10	Espátula de resina	2 mm	A1

- Para la eliminación de material excedente se colocó una cinta celuloide y sobre ella una platina de vidrio aplicándose presión manual, también para obtener una superficie plana.
- Una vez regularizada la superficie se procedió a polimerizar por un tiempo de 17 segundos, las indicaciones de fabricante nos refieren una polimerización de 20 segundos para una intensidad de  $1,000 \text{ mW/cm}^2$ <sup>7</sup>, nuestra lámpara es de  $1200 \text{ mW/cm}^2$  por lo que se someterá a una polimerización de 17 segundos.
- Los cilindros de resina se retiraron del molde y se procedió a codificarlo y enumerarlo en la cara transversal inferior con un plumón indeleble,
- Los moldes fueron rotulados con números del 1 al 10 por cada grupo, la rotulación fue de color azul para los cilíndricos de la resina A, de color rojo para los cilindros de la resina B, de color verde para los cilindros de la resina C y de color negro para los cilindros de la resina D.
- Se procedió a pulir ya que este procedimiento eliminara la capa superficial inhibida que puede alterar la dureza de la resina<sup>68</sup>.
- Para el pulido de los cilindros de resina se utilizara discos de pulido para un acabado espejo.
- Los cilindros se colocaran en frascos con agua destilada a  $37^\circ$  en una estufa 24h sometiendo a las mismas condiciones a cada una de nuestras muestras.

#### **d) Medición de la microdureza superficial**

- Las muestras obtenidas serán trasladadas al laboratorio N° 4 de Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniera, para medir la microdureza superficial por medio del método Vickers con la ayuda de Microdurómetro Vickers marca LEITZ (WETZLAR), Germany Mod. 626449.
- Se procedió a realizar tres identaciones en distintos puntos de la superficie de cada una de las 40 muestras divididas en cuatro grupos: A, B, C y D.

- Para medir la microdureza superficial las identaciones se realizaron con cargas de 500 gramos por un lapso de 10 segundos.
- Se obtuvo el valor de la microdureza superficial de cada muestra, por medio de la medición de las diagonales dejadas por las identaciones realizadas, para la medición se usara un microscopio 20x que se encuentra en el microdurómetro, el registro de estos valores se expresan en VH (Hardness Vickers).
- Con el microscopio del microdurómetro se realizó microfotografías de las hendiduras provocadas por las identaciones hechas sobre la superficie de las muestras.
- Por último se procedió a trasladar los valores obtenidos de cada identacion a una tabla de valores de microdureza superficial en unidades de  $\text{Kg/mm}^2$  para cada muestra.

#### **4.4 Procesamiento de datos**

Los valores de la microdureza superficial fueron registrados en la ficha de recolección de datos (Anexo 1) en la cual se anotó las cuatro resinas que se usaran en nuestro estudio: A, B, C y D con las 10 muestras por resina que se evaluaron. Por cada muestra se registraron tres valores de microdureza superficial y se procedió a promediar los datos de cada una de las muestras.

#### **4.5 Análisis de resultados**

Para el análisis de datos se vaciaron los datos en el paquete estadístico SPSS 22, se realizó el análisis mediante cálculo de medida de tendencia central (media y mediana) y medida de dispersión, para determinar si es que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medidas de microdureza superficial de los materiales evaluados. Para el análisis diferencial se realizó a través del análisis de varianzas ANOVA, además de encontrarse diferencia significativa, se aplicó una prueba post hoc para encontrar diferencias entre los grupos.



## V. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la prueba de microdureza superficial fueron registrados en la ficha (Anexo N°1) se halló el promedio de las 3 indentaciones de cada muestra, estos datos fueron pasados al paquete estadístico SPSS versión 22, para el procesamiento de los datos. Se halló una distribución normal a través de la prueba de Kolgomorov-Smirnov, también se realizó el análisis de homogeneidad de varianzas entre los grupos.

**Tabla 5.1. Valores promedio de la resina A (Filtek™ One Bulk Fill).**

Estadístico		
N		10
Media		61,55
Desviación Estándar		2,31
Mediana		61,20
Mínimo		58,09
Máximo		65,39
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite superior	63,20
	Límite inferior	59,88

Se encontró que las 10 muestras de la resina A (Filtek™ One Bulk Fill) presentan una microdureza superficial con un promedio de  $61,55 \pm 2,31$  Kg/mm<sup>2</sup>. Sus valores se encuentran entre mínimo 58,09 y máximo 65,39 Kg/mm<sup>2</sup>. Encontrándose la mitad de estos valores inferiores o iguales a 61,20 Kg/mm<sup>2</sup>. Con un intervalo de confianza entre 63,20 y 59,88 Kg/mm<sup>2</sup> al 95%.

**Tabla 5.2. Valores promedio de la resina B (Tetric N-Ceram Bulk Fill).**

Estadístico		
<b>N</b>		<b>10</b>
<b>Media</b>		<b>48,96</b>
<b>Desviación Estándar</b>		<b>5,65</b>
<b>Mediana</b>		<b>47,29</b>
<b>Mínimo</b>		<b>41,62</b>
<b>Máximo</b>		<b>57,68</b>
<b>Intervalo de confianza para la media al 95%</b>	<b>Límite superior</b>	<b>53,00</b>
	<b>Límite inferior</b>	<b>44,90</b>

Se encontró que las 10 muestras de la resina B (Tetric N-Ceram Bulk Fill) presentan una microdureza superficial con un promedio de  $48,96 \pm 5,65 \text{ Kg/mm}^2$ . Sus valores se encuentran entre mínimo 41,62 y máximo 57,68  $\text{Kg/mm}^2$ . Encontrándose la mitad de estos valores inferiores o iguales a 47,29  $\text{Kg/mm}^2$ . Con un intervalo de confianza entre 53 y 44,90  $\text{Kg/mm}^2$  al 95%.

**Tabla 5.3. Valores promedio de la resina C (Sonic Fill).**

Estadístico		
N		10
Media		64,82
Desviación Estándar		4,88
Mediana		62,50
Mínimo		59,90
Máximo		72,95
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite superior	68,31
	Límite inferior	61,32

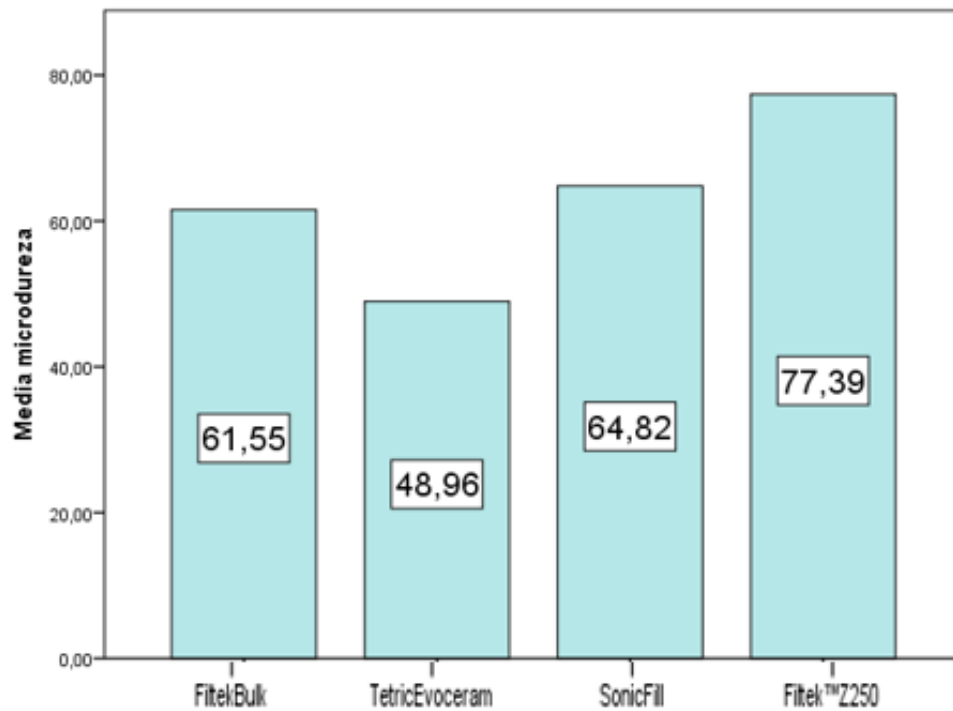
Se observó que las 10 muestras de la resina C (Sonic Fill) presentan una microdureza superficial con un promedio de  $64,82 \pm 4,88 \text{ Kg/mm}^2$ . Sus valores se encuentran entre mínimo 59,90 y máximo 72,95  $\text{Kg/mm}^2$ . Encontrándose la mitad de estos valores inferiores o iguales a 62,50  $\text{Kg/mm}^2$ . Con un intervalo de confianza entre 68,31 y 61,32  $\text{Kg/mm}^2$  al 95%.

**Tabla 5.4: Valores promedio de la resina D (Filtek™ Z250).**

Estadístico		
N		10
Media		77,39
Desviación Estándar		7,51
Mediana		76,12
Mínimo		70,14
Máximo		89,56
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite Superior	82,76
	Límite Inferior	72,01

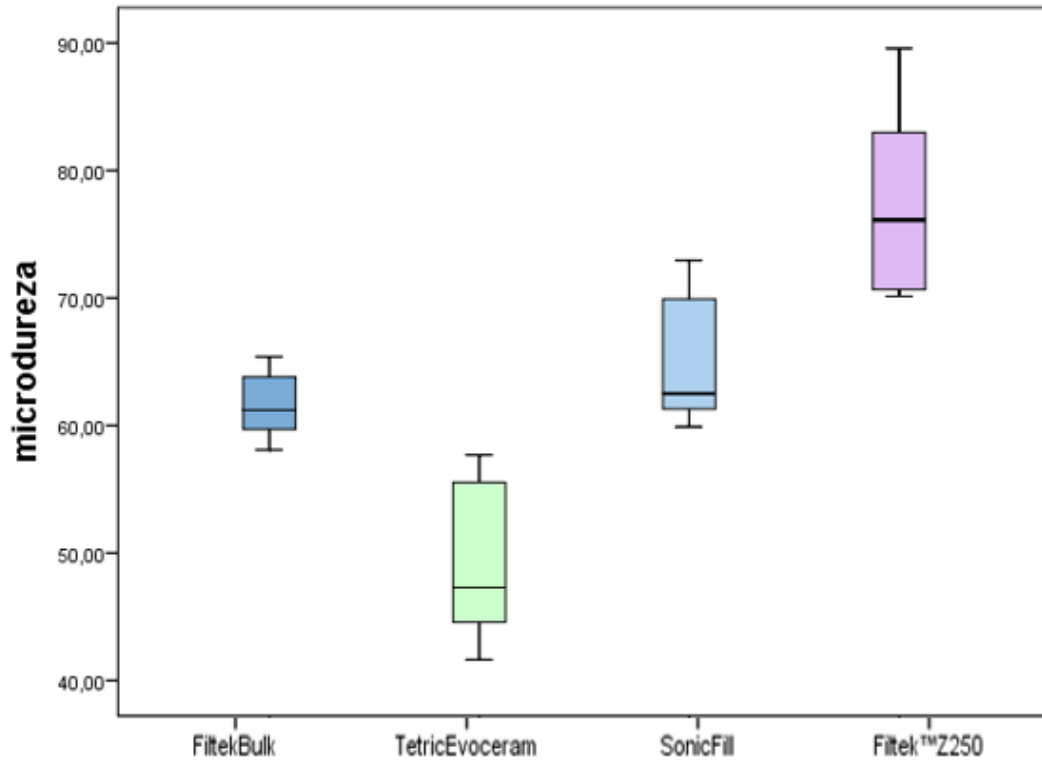
Se observó que las 10 muestras de la resina D (Filtek™ Z250) presentan una microdureza superficial con un promedio de  $77,39 \pm 7,51$  Kg/mm<sup>2</sup>. Sus valores se encuentran entre mínimo 70,14 y máximo 89,56 Kg/mm<sup>2</sup>. Encontrándose la mitad de estos valores inferiores o iguales a 76,12 Kg/mm<sup>2</sup>. Con un intervalo de confianza entre 82,76 y 72,01 Kg/mm<sup>2</sup> al 95%.

**Figura 5. 1. Comparación de las medias de Microdureza Superficial de las resinas A, B, C y D.**



En la figura se observó que la media de la microdureza superficial de resina convencional D (Filtek™ Z250) es 77,39 Kg/mm<sup>2</sup> mayor que las resinas bulk- fill C: 64,82 Kg/mm<sup>2</sup> (Sonic Fill), A: 61,55 Kg/mm<sup>2</sup> (Filtek™ One Bulk Fill) y B: 48:96 Kg/mm<sup>2</sup> (Tetric N-Ceram Bulk Fill) respectivamente.

**Figura 5. 2. Comparación de los rangos de Microdureza superficial de las resinas A, B, C y D.**



La resina A presenta una variabilidad de los valores de microdureza superficial menor que los valores de las resinas B, C y D.

La resina D presenta una variabilidad de los valores de microdureza superficial mayor que los valores de las resinas A, B y C.

Los valores mínimos de microdureza superficial fueron encontrados en la resina B, mientras que los mayores datos de microdureza superficial en la resina D.

**Tabla 5.5. ANOVA de la microdureza superficial de las Resinas A, B, C y D.**

Resinas	N	ANOVA
A	10	F: 46,408 Sig.: 0,00
B	10	
C	10	
D	10	

Se observa en la tabla una significancia del ANOVA de  $p < 0,05$  se demuestra que las resinas A, B, C y D mostraron diferencias significativas en los valores de microdureza superficial. Por lo cual se confirma la hipótesis que existe diferencia entre la microdureza superficial de la resina A, B, C y D aplicadas en bloque.

**Tabla 5.6. Prueba de TuKey de microdureza superficial de las Resinas A, B, C y D.**

Resinas	Subconjuntos para alfa = 0.05		
	1	2	3
B	48,96		
A		61,55	
C		64,82	
D			77,39
Sig.	1,00	0,539	1,00

Se encuentra una diferencia significativa entre la resina B y las resinas A, C y D.

No se encuentra una diferencia significativa entre la resina A y C, mientras que estas dos si presentan una diferencia significativa con las resinas B y D.

Se encuentra una diferencia significativa entre la resina D y las resinas A, B y C.

## VI. DISCUSIÓN

Es más frecuente el uso de materiales compuestos de resina de relleno a granel debido a sus procedimientos simplificados para rellenar restauraciones posteriores de un solo incremento en comparación con las técnicas de incrementos múltiples requeridas por los compuestos de resina convencionales. Sus principales ventajas de este procedimiento restaurador consisten en una mayor profundidad de curado y una baja contracción de polimerización<sup>60, 69</sup>.

La microdureza superficial mide la resistencia a la deformación plástica e indican la resistencia a la indentación bajo tensiones funcionales: un alto valor puede ser indicativo de la facilidad de acabado y pulido de una restauración<sup>70, 71</sup>. Los valores de microdureza superficial depende del grosor: un aumento en el grosor provoca una disminución de la microdureza superficial.

Monterubbianesi y cols<sup>16</sup>; realizaron un estudios con cinco resinas bulk- fill, fueron medidas las microdureza superficial en dos tiempos ( $t=0$  y  $t= 24h$ ), los valores de microdureza superficial presentaron una diferencia significativa, se halló un incremento de valores para las muestras medidas en 24h, también igual que nuestro estudio se encontró mayores valores de microdureza superficial para Sonic Fill. Se atribuye el aumento de valores de microdureza superficial a el mayor porcentaje de relleno en la resinas.

Alkudhairi<sup>13</sup>; evaluaron a las resinas bulk- fill: Tetric ® N-Ceram, Sonic Fill <sup>TM</sup>, SDR <sup>TM</sup>, y Filtek <sup>TM</sup>, a prueba de microdureza superficial con dos diferentes intensidades de curado ( $1200 \text{ mW} / \text{cm}^2$  y  $650 \text{ mW} / \text{cm}^2$ ) se encontró una aumento del valor de microdureza superficial para una mayor intensidad, los mayores valores de microdureza superficial lo obtuvo Sonic Fill<sup>TM</sup>, seguido por Filtek <sup>TM</sup> y Tetric ® N-Ceram. Se justifica el mayor rendimiento a la intensidad de curado mayor y la carga de relleno inorgánico. Igual que nuestro estudio se encuentra diferencia significativa de los valores.

Bacuta y cols<sup>52</sup>; evaluó la microdureza superficial de resinas bulk- fill y resinas



convencionales, con diferentes aumentos (2mm, 4mm y 6 mm) se encontró una disminución de la microdureza superficial a medida que el grosor era mayor, también se encontró que el valor de microdureza superficial depende del tipo de material, espesor incremental, volumen de relleno, peso de relleno e irradiación transmitida. Se hallaron diferencias significativas en sus valores de microdureza superficial.

Ilie y cols<sup>60</sup>; compararon propiedades mecánicas, entre ellas microdureza superficial, de resinas bulk- fill con resinas convencionales, encontrando que las propiedades en su mayoría eran más bajas en comparación con las de las resinas convencionales, atribuyen los menores valores a la disminución de relleno inorgánico que se hace a estas resinas (bulk- fill), por lo que no recomiendan su uso directo, sino que sea acompañado de una capa de resina convencional.

Los resultados del presente estudio fueron similares a estudios anteriores, que encontraron que al poseer una mayor cantidad de relleno inorgánico los valores de microdureza superficial mejoran, igualmente que las resinas bulk- fill aún no alcanzan a superar a los valores de microdureza superficial de resinas convencionales. De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, se puede afirmar que existen diferencias significativas en la dureza superficial entre la resina bulk-fill Filtek™ One Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill, Sonic Fill y la resina convencional Filtek™ Z250.

## **VII. CONCLUSIONES**

1. El promedio de microdureza superficial de la resina Filtek™ One Bulk Fill fue 61, 55 Kg/mm<sup>2</sup>
2. El promedio de microdureza superficial de la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill fue 48, 96 Kg/mm<sup>2</sup>
3. El promedio de microdureza superficial de la resina Sonic Fill fue 64, 82 Kg/mm<sup>2</sup>
4. El promedio de microdureza superficial de la resina Filtek™ Z250 fue 77,39 Kg/mm<sup>2</sup>
5. La resina convencional Filtek™ Z250 presentó una mayor microdureza superficial que las resinas Filtek™ One Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill y Sonic Fill.
6. La resina Sonic Fill presentó una mayor microdureza superficial que las resinas Tetric N-Ceram Bulk Fill y Filtek™ One Bulk Fill.
7. Las resinas Filtek™ One Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill, Sonic Fill y Filtek™ Z250, presentaron una diferencia estadísticamente significativa con un valor de  $p=0,00$ .
8. Las resinas Filtek™ One Bulk Fill y Sonic Fill no presentaron una diferencia estadísticamente significativa con un valor de  $p= 0,539$ .

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. El presente estudio realizo muestras con alturas de acuerdo a las indicaciones del fabricante por lo que se recomienda realizar investigaciones comparando resinas convencionales y bulk- fill con igual profundidad, para así hallar valores en las mismas condiciones.
2. La propiedad evaluada en este estudio fue la microdureza superficial, siendo necesarios estudios de las diferentes propiedades tales como resistencia al desgaste, contracción de polimerización y profundidad de polimerización, para así una evaluación más afondo de estas nuevas resinas.
3. Las resinas usadas en este estudio fueron las encontradas en el mercado peruano por lo que se recomienda realizar estudios con una mayor cantidad de resinas bulk- fill, a fin de realizar una muestra más universal.
4. Las propiedades de la resina dependen de una adecuada polimerización por lo que se recomienda hacer estudios con diferentes tiempos de polimerización sobre las resinas bulk- fill, de esta forma evaluar las diferencias para un mejor desempeño de estas resinas.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. García AH, Angel M, Lozano M, Vila JC, Escribano AB, Galve PF. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2006; 215-220
2. Acurio, BP, Falcón CG, Casas AL, Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo bulk- fill. Odontología Vital.2017; 2(27):69-77.
3. Corral NC, Vildósola GP, Bersezio MC, Alves DE, Fernández GE, Revisión del estado actual de resinas compuestas bulk-Fill. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2015; 27(1): 177-196.
4. Steenbecker O. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Valparaíso Chile: Universidad de Valparaíso; 2006.
5. Rodríguez GD, Pereira SN. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Odontol Venez. 2008; 46(3):1–19.
6. Yap AU. Effectiveness of polymerization in composite restoratives claiming bulk placement: impact of cavity depth and exposure time. Oper Dent. 2000; 25 (2): 113-20
7. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. BDJ Open. 2017; 222(5): 337-344
8. Kelić k, Matić S, Marović D, Klarić E, Tarle Z. Microhardness of bulk-fill composite materials. Acta Clin Croat. 2016; 55(4):607-614.
9. Taron DA, Frías TS, Blanco LS, Camacho VA, Bustillo JM, Díaz CA. Comparación de la dureza superficial de diferentes tipos de materiales restauradores en premolares birradiculares, un estudio in vitro. Av Odontoestomato. 2015; 31 (6): 355-361.

10. Suarez R, Lozano F. Comparación de la dureza superficial de resinas de nanotecnología, según el momento del pulido: in vitro. *Rev Estomatologica Herediana*. 2014; 24(1):11-6.
11. Ryge G, Foley D, Fairhurst C. Micro-indentation Hardness. *J Dent Res*. 1961; 40(6): 1116- 1126
12. Jang JH, Park SH, Hwang IN. Polymerization Shrinkage and Depth of cure of bulk-fill Resin Composites and Highly Filled Flowable Resin. *Oper Dent*. 2014;40(2):172-80.
13. Alkhudhairy FI. The effect of curing intensity on mechanical properties of different bulk-fill composite resins. *Clin Cosmet Investig Dent*.2017; 9:1- 6.
14. Moharam LM, El-Hoshy AZ, Abou- Elenein K. The effect of different insertion techniques on the depth of cure and vickers surface micro- hardness of two bulk-fill resin composite materials. *J Clin Exp Dent*. 2017; 9(2):266-271.
15. Salas CY. Estudio in vitro de la microdureza superficial en resinas compuestas de metacrilato Z350 XT y Silorano P90. [Tesis de bachiller]. [Lima]: Facultad de Odontología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2013. 5p.
16. Monterubbianesi R, Orsini G, Tosi G, y col. Spectroscopic and Mechanical Properties of a New Generation of bulk- fill Composites. *Injt Physiol*. 2016; 7: 652.
17. Kim EH, Jung KH, Son SA, Hur B, Kwon YH, Park JK. Effect of resin thickness on the microhardness and optical properties of bulk-fill resin composites. *Restor Dent Endod*. 2015; 40(2):128–135.
18. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüsler J, Lussi A. Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulk fill resin composites. *Dent Mater*. 2014; 30(10): 1104-12.

19. Lopez C. Microdureza superficial en resinas de nanotecnología, aplicadas en un solo bloque: estudio in vitro. [Tesis de bachiller]. [Lima]: Facultad de Odontología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2015. 5p.
20. Bowen R. Properties of silica reinforced polymer for dental restoration. J. Am Dent Assoc. 1963; 66(1):57-64
21. Rodríguez, D. A., Christiani, D. J., Álvarez, M. N., & Zamudio, D. M. Revision de Resinas bulk- fill: Estado Actual. Rev Ateneo Argent Odontol. 2018; 58(1):55-60.
22. Chaple AG, Montenegro OY, Alvarez RJ. Historical evolution of light-cure lamps. Rev Haban Cienc Méd. 2016; 15(1):8-16.
23. Ferracane, J.L. Resin composite—State of the art. Dent Mater. 2011; 27(1): 29-38.
24. Braga RR, Ferracane JL. Alternatives in Polymerization Contraction Stress Management. Crit Rev Oral Biol Med.2004; 15(3), 176-184.
25. Maas MS, Alania Y, Natale LC, Rodrigues MC, Watts DC, Braga RR. Trends in restorative composites research: what is in the future? .Braz. Oral Res. 2017; 31: 23-36.
26. Anusavice K, Phillips. Ciencia de los Materiales Dentales. 11a edición. S.A. Elsevier España.2004.
27. Salazar DC, Dennison J, Yaman P. Inorganic and prepolymerized filler analysis of four resin composites. Oper Dent. 2013; 38(6):201-9.
28. Marroca J.C. La contracción de polimerización de los materiales restauradores a base de resinas compuestas.1999; 2(1):24-35.
29. Chen, M.-H. Update on Dental Nanocomposites. J Dent Res.2010; 89(6), 549–560.
30. Suárez CC. Uso en odontología de resinas polimerizadas por apertura de anillos. Instituto de Ciencias de la Salud UAEH; 2012. [Consultado el 17 de octubre del 2019]. Disponible en:[https://www.uaeh.edu.mx/nuestro\\_alumnado/icsa/articulos/biomedicas/carlos\\_cuevas/2009.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/nuestro_alumnado/icsa/articulos/biomedicas/carlos_cuevas/2009.pdf)

31. Lutz F, Philips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent*. 1983; 50(4):480-8.
32. Marshall GW, Marshall SJ, Bayne SC. Restorative dental materials: Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis. *Scanning Microsc*. 1988 ;2(4):2007-28
33. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Celis JP and Vanherle G. A classification of dental composites according to their morphological and mechanical characteristics. *Dent Mater*. 1992; 8(5):310-9.
34. Lang BR, Jaarda M, Wang RF. Filler particle size and composite resin classification systems. *J Oral Rehabilitation*. 1992; 19(6): 569–84.
35. Kim KH, Ong JL, Okuno O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. *J Prosthet Dent*. 2002; 87(6):642-9.
36. Klapdohr S, Moszner N. New inorganic components for dental filling composites. *Monatsh Chem*. 2005; 136(1):21-45.
37. Ardu S, Vedrana B, Ivone U, Nacer B, Albert JF, Ivo K. New Classification of Resin-Based Aesthetic Adhesive Materials. *Coll Antropol*. 2010; 34(3):1045- 50.
38. Randolph LD, Palin WM, Leloup G, Leprince JG. Filler characteristics of modern dental resin composites and their influence on physico-mechanical properties. *Dent Mater*. 2016; 32(12):1586-1599.
39. Kruzic JJ, Arsecularatne JA, Tanaka CB, Hoffman MJ, Cesar PF. Recent advances in understanding the fatigue and wear behavior of dental composites and ceramics. *J Mech Behav of Biomed Mater*. 2018; 88:504-533.
40. Chain M, Baratieri M. Restauraciones estéticas con resinas compuestas en dientes posteriores. 1a Edición Editora Artes Médicas. 2001.
41. Sakaguchi RI PJ. Craig's Restorative Dental Materials. Fourteenth edition. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2019.
42. Guillen VX. Fundamentos de operatoria dental. 2da edición.2010

67

43. Cova J. Biomateriales dentales. Bogota: Editorial AMOLCA; 2004.
44. Rodrigues SA, Zanchi CH, Carvalho VR. Flexural strength and modulus of elasticity of different types of resin-based composites. *Braz Oral Res.* 2007; 21(1):16-21.
45. Abed YA, Sabry HA, Alrobeigy, NA. Degree of conversion and surface hardness of bulk-fill composite versus incremental-fill composite. *Tanta Dent J.* 2015; 12(2):71-80
46. Moradas E.M. Dynamics of polymerization focused on reducing or preventing the stress of contraction of the current composite resins. *Av Odontoestomatol.* 2017;33(6): 263-274.
47. Par M, Gamulin O, Marovic D, Klaric E, Tarle Z. Raman Spectroscopic Assessment of Degree of Conversion of bulk-Fill Resin Composites - Changes at 24 Hours Post Cure. *Odontologia Operativa.* 2015.40 (3): 92-101.
48. Ilie N, Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR™ technology. *Dent Mater.* 2011; 27(4): 348-55.
49. Perfil técnico del producto Filtek Bulk Fill Posterior Restorative. [Internet]. 2015. [citado 3 de octubre de 2019]. Recuperado a partir de: <http://multimedia.3m.com/mws/media/1321194O/filtek-one-bulk-fill-interactive-pdf.pdf>.
50. Moszner N, Fischer UK, Ganster B, Liska R, Rheinberger V. Benzoyl germanium derivatives as novel visible light photoinitiators for dental materials. *Dent Mater.* 2008; 24(7):901-7.
51. Scientific Documentation Tetric® N-Ceram Bulk- Fill. [Internet]. Ivoclar Vivadent. 2012. [citado 3 de octubre de 2019]. Recuperado a partir de: <https://www.ivoclarvivadent.co/es-co/p/todos/composites/tetric-n-ceram-bulk-fill>.
52. Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk-fill vs. conventional resin based composites. *Clin Oral Investig* 2014; 18(8):1991-2000.



53. Fronza BM, Ayres APA, Pacheco RR, Rueggeberg FA, Dias CTS, Giannini M. Characterization of inorganic filler content, mechanical properties, and light transmission of bulk-fill resin composites. *Oper Dent* 2017; 42(4):445-55
54. Beolchi R, Passos R. Novedades en Resina Compuesta: ¿Aún Hay Algo a Mejorar? [Internet]. Blog de Ultradent. 2018. [citado 3 de octubre de 2019]. Recuperado a partir de: <https://ultradentla.blog/2018/02/06/novedades-en-resina-compuesta-aun-hay-algo-a-mejorar/>.
55. Porto PJ, Merino M. Definición de silicio. [Internet]. Definición DE. 2012. [citado 3 de octubre de 2019]. Recuperado a partir de: <https://definicion.de/silicio/>.
56. Naranjo PR, Lince JJ, Vivas IJ, Ruiz CD, Ortiz PP. Diferencia en la dureza de resinas utilizadas convencionalmente al polimerizarse con diferentes tipos de luz. *Rev. CES Odont* 2017; 30(1): 3-16.
57. Espinoza MD. Técnicas de pulido en piezas posteriores con obturaciones de amalgama y resina. Tesis de Pregrado. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL. 2012.
58. Furness A, Tadros MY, Looney SW, Rueggeberg FA. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *J Dent* 2014; 42(4): 439-449.
59. Moorthy A, Hogg CH, Dowling AH, Grufferty BF, Benetti AR, Fleming GJ. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials. *J Dent* 2012; 40(6): 500-505.
60. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent* 2013; 38(6): 618-625.
61. ISO 4049:2009 Dentistry -Polymer-based restorative materials. [Internet]. ISO.2009. [citado 3 de octubre de 2019]. Recuperado a partir de: <https://www.iso.org/home.html>.
62. SonicFill™ Bulk Fill Composite, Instruction For Use. [Internet]. Kerr.2018. [citado 3 de octubre de 2019]. Recuperado a partir de: <https://www.kerrdental.com/>.

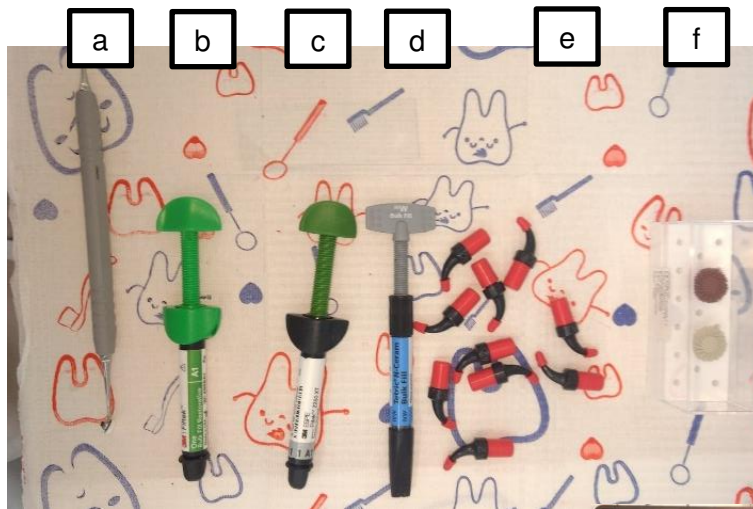
63. Filtek™ Z250 Restaurador Universal Perfil Técnico del Producto. [Internet]. 3M. 2009. [citado 3 de octubre de 2019]. Recuperado a partir de: <https://multimedia.3m.com/mws/media/292662O/perfil-tecnico-filtek-z250.pdf>.
64. Santos E, Yenque D, Rojas L, Rosales U. Acerca del ensayo de dureza. Notas Científicas. INDUSTRIAL DATA.2001; 2(4): 73-80.
65. Balensiefer. C.V. Características mecânicas e ópticas de resinas bulk-fill: revisão de literatura. RFO UPF. 2018; 23(1): 107-113.
66. Hernández SR, Fernández CC y Baptista PL. Metodología de la investigación. México DF: Mc Graw Hill; 2014.
67. García GA, Jiménez PF, Arnaud VM, Introducción a la metodología de la investigación en ciencias de la salud. México DF: Mc Graw Hill; 2011.
68. Koc-Vural U, Baltacioglu I, Altinci P. Color stability of bulk-fill and incremental-fill resin-based composites polished with aluminum-oxide impregnated disks. Restor Dent Endod. 2017; 42 (2): 118-124.
69. Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. J Dent. 2014; 42:993-1000.
70. Rahiotis C., Kakaboura A., Loukidis M., Vougiouklakis G. Curing efficiency of various types of light-curing units. EUR J Oral Sci. 2004; 112(1): 89-94.
71. David JR, Gomes OM, Gomes JC, Loguercio AD, Reis A. Effect of exposure time on curing efficiency of polymerizing units equipped with light-emitting diodes. J Oral Sci. 2007; 49(1):19-24.

## VIII. ANEXOS

RESINA	N° de Muestra	MICRODUREZA SUPERFICIAL					PROMEDIO
<b>A</b>	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
<b>B</b>	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
<b>C</b>	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
<b>D</b>	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						

**Anexo 01: Ficha de recolección de datos**

## Anexo 02: Materiales usados



a: Espátula de resina

b: Filtek™ One Bulk Fill

c: Filtek™ Z250

d: Tetric N-Ceram Bulk Fill

e: Sonic Fill

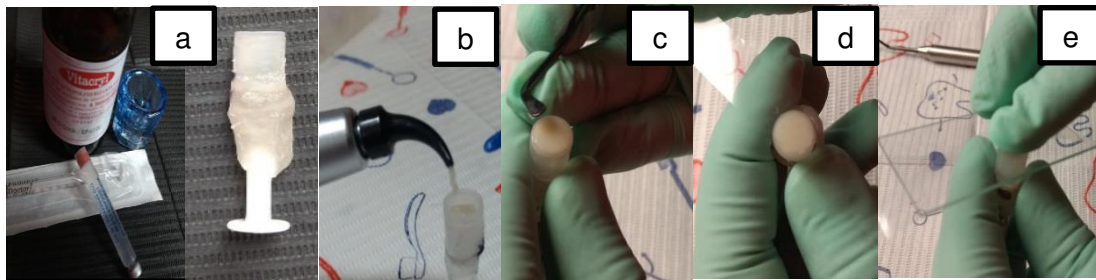
Pieza de mano de activación  
sónica



Lámpara de polimerización LED  
Bluephase N



### Anexo 03: Elaboración de muestras

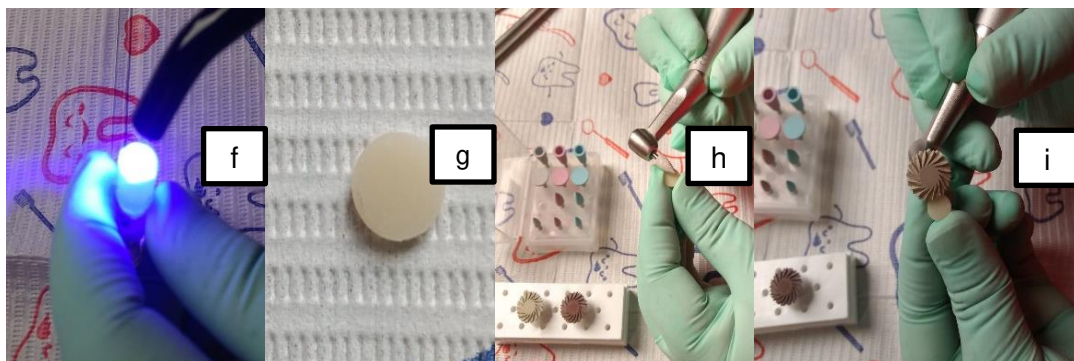


a: Confección de los moldes de los cilindros de resina

b: colocación la resina, Sonic Fill con la pieza de alta de activación sónica.

c: Aplicación de las resinas Filtek™ One Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill y Filtek™ Z250 con una espátula de resina.

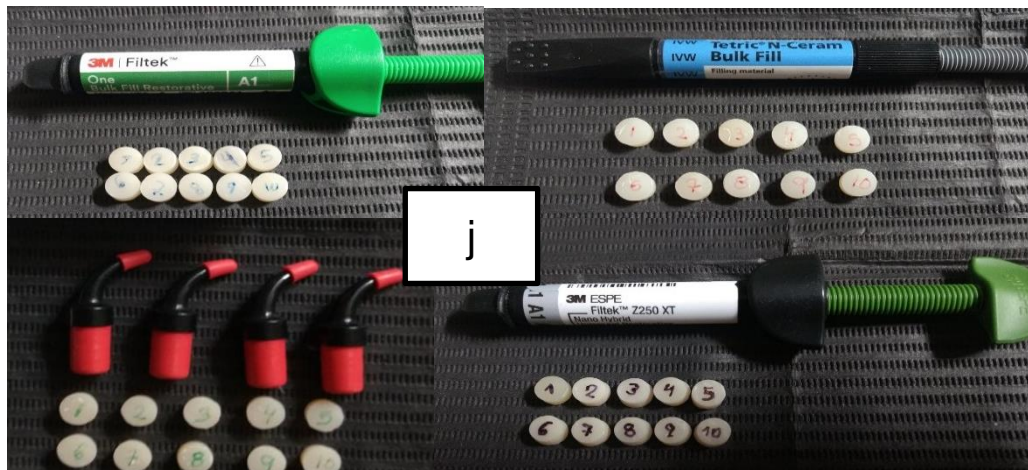
d y e: Se cubrió con una cinta celuloide y sobre esta una lámina porta objeto a la cual se le sometió a una presión digital para retirar los excesos.



f: Con el retiro de la lámina porta objetos se realizó la fotopolimerización por un intervalo de 17 s.

g: Se retira el cilindro de resina

h, i: Con cauchos de pulido se procedió a dar un pulido en espejo.



j: Se procede a agrupar y rotular las muestras Filtek™ One Bulk Fill como A, Tetric N-Ceram Bulk Fill como B, Sonic Fill como C y Filtek™ Z250 como D



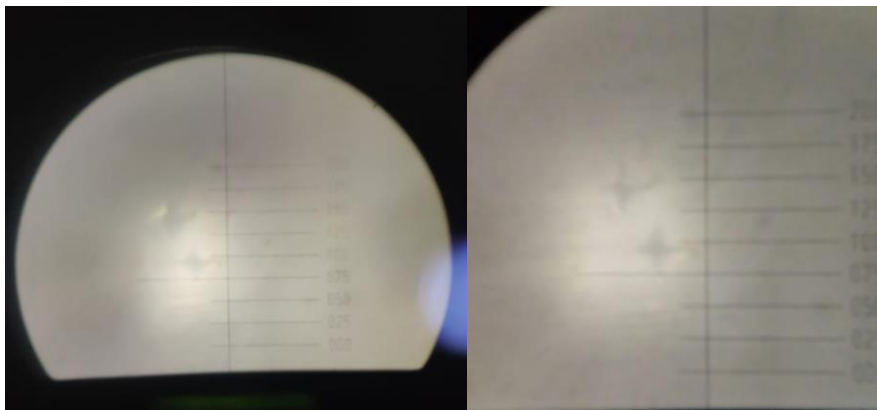
k: Se conservó las muestras en frascos rotulados.

## Anexo 04 Laboratorio



### MICRODUROMETRO

Ensayo de microdureza de Vickers, con un microdurómetro LEITZ- WETZLAR



Microfotografía tomada con microscopio a las identaciones producidas por el indentador del microdurometro.



## Anexo 05 Informe de Laboratorio



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Mecánica

Laboratorio de Mecánica – Lab. N° 4

INFORME TECNICO  
Lb4-2294-2019

### ENSAYO DE MICRODUREZA SUPERFICIAL EN DENTINA DE DIENTES

SOLICITANTE : WENDY JOMELY LUGO HUERTA

FECHA : Lima, 27 de Noviembre de 2019

1.	ANTECEDENTES	Se recibió cuarenta (40) muestras de dentina de dientes, con la finalidad de realizarles ensayos de microdureza superficial.
2.	DE LAS MUESTRAS	Se identificó según el cliente, como:  Cuarenta (40) muestras de dentinas de dientes, según el grupo:  Grupo A: Diez (10) muestras de dientes FILTEK ONE BULK Grupo B: Diez (10) muestras de dientes TETRIC N-CERAM Grupo C: Diez (10) muestras de dientes SONIC FILL Grupo D: Diez (10) muestras de dientes FILTEK Z250  TESIS: "MICRODUREZA SUPERFICIAL EN RESINAS BULK FILL: ESTUDIO IN VITRO"
3.	EQUIPOS UTILIZADOS	• Durómetro Vickers marca LEITZ (WETZLAR), Germany Mod. 628449
4.	CONDICIONES DE ENSAYO	T. : 22 °C H.R. : 73 %



Av. Túpac Amaru 210 – Lima 25, Perú

Teléfono: 381-3833 / 481-1079 Anexo 4413 / Email: laboratorio\_4@unioak.com

Pág. 1 de 3





**RESULTADOS**

**5.1 Ensayo de microdureza superficial en muestras del grupo A**

MUESTRA	MICRODUREZA PROMEDIO (HV)
1	61,29
2	63,82
3	64,09
4	60,98
5	61,12
6	65,39
7	59,70
8	61,85
9	59,13
10	58,09

5.

**5.2 Ensayo de microdureza superficial en muestras del grupo B**

MUESTRA	MICRODUREZA PROMEDIO (HV)
1	50,53
2	44,16
3	47,24
4	44,57
5	47,35
6	55,54
7	57,68
8	55,92
9	44,92
10	41,62





## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

### Facultad de Ingeniería Mecánica

Laboratorio de Mecánica – Lab. N° 4

Lb4-2294-2019

#### 5.4 Ensayo de microdureza superficial en muestras del grupo C

MUESTRA	MICRODUREZA PROMEDIO (HV)
1	61,29
2	64,65
3	62,82
4	71,81
5	60,96
6	62,19
7	59,90
8	61,48
9	69,92
10	72,95

#### 5.5 Ensayo de microdureza superficial en muestras del grupo D

MUESTRA	MICRODUREZA PROMEDIO (HV)
1	70,14
2	70,82
3	77,82
4	70,61
5	82,98
6	70,65
7	89,56
8	88,90
9	74,42
10	78,02

\* Código de autenticación : XXXA MMCCXCIV TAPI TTIT



MSC. ING. WINSTON ACEIJAS PAJARES

CIP. 34882

Jefe del Laboratorio de Mecánica – Lab. N°4

Av. Túpac Amaru 210 – Lima 25, Perú

☎ Teléfono: 381-3833 / 481-1870 Anexo 4413 / 33 Email: laboratorio\_4@outlook.com

Pág. 1 de 1

**Anexo 06: Valores de microdureza superficial.**

Resina	Número de muestras	Microdureza Kg/mm <sup>2</sup>			Promedio
		1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	
<b>A</b>	1	54.17	62.42	67.27	61.29
	2	61.29	64.77	65.38	63.82
	3	61.29	68.57	62.42	64.09
	4	63.58	58.08	61.29	60.98
	5	66.00	56.08	61.29	61.12
	6	64.77	66.00	65.38	65.39
	7	57.06	61.29	60.74	59.70
	8	62.42	61.29	61.85	61.85
	9	60.19	58.08	59.12	59.13
	10	57.06	58.08	59.12	58.09
<b>B</b>	1	49.02	51.07	51.50	50.53
	2	45.26	41.30	45.98	44.18
	3	43.88	51.50	46.34	47.24
	4	46.34	43.21	44.15	44.57
	5	48.23	46.34	47.46	47.35
	6	53.26	59.65	53.71	55.54
	7	51.50	59.12	62.42	57.68
	8	56.08	55.11	56.57	55.92
	9	46.29	44.33	44.14	44.92
	10	40.69	42.56	41.61	41.62

Resina	Número de muestras	Microdureza Kg/mm <sup>2</sup>			Promedio
		1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	
C	1	62.39	61.19	60.28	61.29
	2	61.29	67.27	66.00	64.85
	3	68.57	61.29	58.60	62.82
	4	68.57	74.16	72.70	71.81
	5	63.58	59.12	60.19	60.96
	6	67.27	60.19	59.12	62.19
	7	56.57	61.29	61.85	59.90
	8	62.42	61.29	60.74	61.48
	9	71.28	69.90	68.57	69.92
	10	74.16	71.28	73.42	72.95
D	1	71.21	69.07	70.13	70.14
	2	72.7	68.51	71.26	70.82
	3	80.47	74.16	78.82	77.82
	4	71.29	71.25	69.28	70.61
	5	89.58	86.67	72.7	82.98
	6	71.48	69.68	70.79	70.65
	7	89.55	90.55	88.58	89.56
	8	88.58	91.56	68.57	88.90
	9	74.16	75.67	73.42	74.42
	10	78.01	78.82	77.22	78.02

## Anexo 07: Matriz de Consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Cuál es la microdureza superficial de las resinas bulk-fill Filtek™ One Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill, Sonic Fill y la resina convencional Filtek™ Z250 colocadas en un solo bloque?	<p><b>Objetivo general</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comparar la microdureza superficial de las resinas Filtek™ One Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill, Sonic Fill y Filtek™ Z250 aplicadas en bloque.</li> </ul> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la microdureza superficial de una resina Filtek™ One Bulk Fill</li> <li>- Determinar la microdureza superficial de una resina Tetric N-Ceram Bulk Fill</li> </ul>	Existe diferencia entre la microdureza superficial de la resina A, B, C y D aplicadas en bloque.	<p><b>Independiente:</b> Resinas bulk- fill</p> <p><b>Dependiente:</b> Microdureza superficial.</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b> Estudio observacional analítico De corte transversal</p> <p><b>Población y muestra</b> 40 bloques cilíndricos de resina de 4 por 8 mm para las resinas A, B y C y de 2 mm por 8 mm para las resina D</p> <p><b>Tipo de muestreo</b> Por conveniencia</p> <p><b>Procesamiento de datos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paquete estadístico SPSS 22</li> <li>- Cálculo de medida de</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la microdureza superficial de una resina Sonic Fill</li> <li>- Determinar la microdureza superficial de una resina Filtek™ Z250.</li> </ul>			<p>tendencia central (media y mediana) y medida de dispersión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de varianzas ANOVA</li> <li>-Prueba post hoc para para diferencias entre los grupos.</li> </ul>
--	---	--	--	---